



TUGAS AKHIR - SS 141501

**PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI
KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN
*FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC***

FITRIA NUR MAGHFIROH
NRP 1313 105 028

Dosen Pembimbing
Dr. I Nyoman Latra, MS

Co. Pembimbing
Dr. Purhadi M.Sc

Program Studi S1 Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS 141501

**MODELING THE CASE OF PNEUMONIA
CHILDREN IN THE CITY SURABAYA WITH
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON
REGRESSION AND FLEXIBLY SHAPED SPATIAL
SCAN STATISTIC**

FITRIA NUR MAGHFIROH
NRP 1313 105 028

Supervisor
Dr. I Nyoman Latra, MS

Co. Supervisor
Dr. Purhadi M.Sc

Undergraduate Programme of Statistics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN *FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FITRIA NUR MAGHFIROH

NRP. 1313 105 028


Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. I Nyoman Latra, MS


NIP. 19511130 197901 1 001

Dr. Purnadi, M.Sc

NIP. 19620204 198701 1 001



Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA - ITS



Dr. Muhammad Mashuri, MT

NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2015

PEMODELAN KASUS PNEUMONIA BALITA DI KOTA SURABAYA DENGAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION* DAN *FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC*

Nama Mahasiswa	: Fitria Nur Maghfiroh
NRP	: 1313 105 028
Jurusan	: Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing	: Dr. I Nyoman Latra, MS
Co. Pembimbing	: Dr. Purhadi, M. Sc

Abstrak

Salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita adalah pneumonia. Kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Untuk menanggulangi kasus pneumonia balita, maka perlu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya serta perlu mendeteksi keberadaan kantong-kantong kasus pneumonia balita. Dalam penelitian dilakukan pemodelan jumlah kasus pneumonia balita dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) dan mendeteksi kecamatan mana saja yang menjadi kantong kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa dari variabel persentase balita gizi buruk, balita mendapat vitamin A dua kali, cakupan pelayanan, kepadatan penduduk, PHBS, rumah sehat dan rumah tangga miskin menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh didapatkan 11 kelompok. Untuk Hasil deteksi kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* didapatkan empat kantong yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita dibandingkan di luar kantong, diantaranya kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko sebesar 2,32. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko sebesar 1,80. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko sebesar 1,74 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko sebesar 1,73.

Kata kunci : *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*, GWPR, Pneumonia Balita

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

MODELING THE CASE OF PNEUMONIA CHILDREN IN THE CITY SURABAYA WITH GEOGRAPHICALLY WEIGHTED POISSON REGRESSION AND FLEXIBLY SHAPED SPATIAL SCAN STATISTIC

Name of Student	: Fitria Nur Maghfiroh
NRP	: 1313 105 028
Department	: Statistics FMIPA-ITS
Supervisor	: Dr. I Nyoman Latra, MS
Co. Supervisor	: Dr. Purhadi, M. Sc

Abstract

One of diseases be a threat to children is pneumonia. One of districts with high infant pneumonia cases is city of Surabaya. To overcome pneumonia cases, it is necessary to know the factors that influence it and need to detect the presence of hotspots pneumonia cases. In a study conducted modeling number of cases of pneumonia with Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) and detect any districts where there is a case of pneumonia in the city of Surabaya with Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic modeling results showed that the variables that affect the number of pneumonia cases in each district is different, based on the similarity of the influential variables in each district obtained the grouping as many as 11 groups. Hotspot detection using Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic obtained four hotspots that show that district located in the hotspot has a relatively high risk of finding the number of pneumonia cases than outside hotspot, hotspot 1 consists of Benowo which has a relative risk of 2,32. Hotspot 2 consists of Tenggilis Mejoyo which has a relative risk of 1,80. While hotspot 3 consists of Sukomanunggal , Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari and Sawahan which has a relative risk of 1,74 and a hotspot 4 consists of Gayungan have a relative risk of 1,73.

Keywords : Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic, GWPR, Pneumonia Children

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan kekuatanNya serta shalawat dan salam selalu tercurah pada Nabi Muhammad SAW atas suri tauladannya dalam kehidupan ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

“Pemodelan Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*”

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua dan saudara-saudara tercinta yang selalu mendukung serta selalu mendo'akan untuk keberhasilan Penulis.
2. Bapak Dr. I Nyoman Latra, MS dan Dr. Purhadi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan arahnya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Ir. Mutiah Salamah M.Kes dan Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si selaku dosen penguji atas saran dan kritiknya demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
5. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, MT selaku Ketua Program Studi Sarjana Jurusan Statistika FMIPA-ITS.
6. Ibu Dr. Dra. Kartika Fitriasari, M. Si selaku dosen wali.
7. Segenap dosen pengajar dan para staff Jurusan Statistika FMIPA-ITS yang memberikan bekal ilmu dan memfasilitasi selama masa perkuliahan.
8. Pihak Dinas Kesehatan Kota Surabaya yang senantiasa memberikan kemudahan dalam proses permintaan data.

9. Sahabat-sahabat penulis, Arinda, Diyah, Erna, Evi, Ida, Meyta, Mirna, Novil, Silvi, Sinta, Tanti, Uyun, Velin, Wardah, Woro, Alma, Fitrah, Alfi dan kawan-kawan yang selalu ada untuk penulis. Terima kasih atas dukungan dan do'anya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Kawan seperjuangan Urifah H. dan Fitri E. yang selalu ada waktu dalam berbagi suka duka dan saling mendukung dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan 112 atas segala bantuan dan semangatnya.
12. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun akan sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistik Deskriptif	7
2.2 Regresi Poisson	7
2.2.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson.....	8
2.2.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson	11
2.2.3 <i>Overdispersion</i> Regresi Poisson	12
2.3 <i>Generalized Poisson Regression</i> (GPR)	13
2.3.1 Penaksiran Parameter Model GPR	14
2.3.2 Pengujian Parameter Model GPR	16
2.4 Pengujian Aspek Data Spasial	16
2.4.1 Pengujian Dependensi Spasial	17
2.4.2 Pengujian Heterogenitas Spasial.....	18
2.5 <i>Geographically Weighted Poisson Regression</i> (GWPR)	18
2.5.1 Penaksiran Parameter Model GWPR.....	19
2.5.2 Pengujian Parameter Model GWPR	21
2.5.3 Penentuan <i>Bandwith</i> dan Pembobot Optimum	23
2.6 Korelasi dan Multikolinearitas.....	25

2.6.1 Korelasi.....	25
2.6.2 Pengujian Parameter Model GWPR	26
2.7 Metode <i>Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic</i>	26
2.7.1 <i>Likelihood Ratio Test</i> dan Pengujian Hipotesis Monte Carlo.....	28
2.8 Pneumonia Balita dan Faktor – Faktor yang Mempengaruhi.....	30
2.9 <i>Hotspot</i> atau Kantong-Kantong	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	33
3.2 Variabel Penelitian.....	34
3.3 Struktur Data.....	36
3.4 Langkah Analisis	37
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya.....	41
4.1.1 Deskripsi dan Pemetaan Variabel Penelitian	41
4.1.2 Pemeriksaan Multikolinearitas	50
4.1.3 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan Regresi Poisson	51
4.1.4 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GPR.....	53
4.1.5 Pengujian Aspek Data Spasial	55
4.1.6 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GWPR	56
4.2 Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Menggunakan Metode <i>Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic</i>	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kecamatan di Kota Surabaya	33
Tabel 3.2 Variabel Penelitian	34
Tabel 3.3 Struktur Data	36
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian	41
Tabel 4.2 Nilai VIF.....	51
Tabel 4.3 Matriks Korelasi antar Variabel Prediktor.....	51
Tabel 4.4 Estimasi Parameter Model Regresi Poisson	52
Tabel 4.5 Estimasi Parameter Model GPR.....	54
Tabel 4.6 Uji Kesamaan Model.....	57
Tabel 4.7 Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan.....	58
Tabel 4.8 Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan (Lanjutan)	59
Tabel 4.9 Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan	59
Tabel 4.10 Estimasi Parameter Model GWPR di Kecamatan Simokerto	60
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai AIC	62
Tabel 4.12 Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita	63

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1 Pemetaan Persentase Jumlah Kasus Pneumonia Balita.....	43
Gambar 4.2 Pemetaan Persentase Balita Gizi Buruk.....	44
Gambar 4.3 Pemetaan Persentase Suplementasi Vitamin A 2x..	45
Gambar 4.4 Pemetaan Persentase Cakupan Pelayanan Balita	46
Gambar 4.5 Pemetaan Kepadatan Penduduk	47
Gambar 4.6 Pemetaan Persentase PHBS	48
Gambar 4.7 Pemetaan Persentase Rumah Sehat.....	49
Gambar 4.8 Pemetaan Persentase Rumah Tangga Miskin	50
Gambar 4.9 Pengelompokan Kecamatan di Kota Surabaya .	60
Gambar 4.10 Peta Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita...	63

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013.....	71
Lampiran 2 Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013 (Lanjutan).....	72
Lampiran 3 Hasil <i>Output</i> Statistika Deskriptif	74
Lampiran 4 Pemeriksaan Multikolinearitas.....	74
Lampiran 5 Hasil Analisis Regresi Poisson Menggunakan <i>GWR 4</i>	75
Lampiran 6 Uji Dependensi Spasial Menggunakan <i>Software R</i>	76
Lampiran 7 Hasil <i>Bandwith</i> Tiap Kecamatan di Kota Surabaya dengan Kernel <i>Adaptive Bisquare</i>	77
Lampiran 8 Jarak antar Kecamatan di Kota Surabaya.....	78
Lampiran 9 Matriks Pembobot Untuk Setiap Kecamatan di Kota Surabaya.....	79
Lampiran 10 Hasil Pengujian Model GWPR Menggunakan <i>Software GWR 4</i>	80
Lampiran 11 Estimasi Parameter Model GWPR.....	82
Lampiran 12 Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 1) ..	83
Lampiran 13 Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 2) ..	84
Lampiran 14 Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 3) ..	85
Lampiran 15 Hasil Analisis Model GPR antara Y dengan X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 dan X_7 menggunakan SAS	86
Lampiran 16 Syntax Program R	87
Lampiran 17 Syntax Analisis Model GPR dengan SAS	89
Lampiran 18 <i>Output Flexscan</i> Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 99 ...	90
Lampiran 19 <i>Output Flexscan</i> Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 999 ..	91

Lampiran 20	<i>Output Flexscan</i> Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 9999.....	92
--------------------	---	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan kesehatan diarahkan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terwujud kesehatan masyarakat yang optimal (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2013). Kesehatan merupakan salah satu unsur kesejahteraan bagi masyarakat, melalui pembangunan kesehatan diharapkan dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat dalam rangka memperbaiki kualitas hidup manusia. Pembangunan kesehatan di Indonesia saat ini sedang menanggung beban ganda (*double burden*) dalam menghadapi permasalahan kesehatan, dimana salah satu beban tersebut adalah permasalahan penyakit menular masih menjadi prioritas masalah kesehatan karena jumlahnya yang masih tinggi.

Salah satu penyakit menular yang menjadi ancaman bagi balita adalah pneumonia. Pneumonia adalah proses infeksi akut yang mengenai jaringan paru-paru (alveoli). Gejala penyakit ini berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak. Batas nafas cepat adalah frekuensi pernapasan sebanyak 50 kali per menit dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun sampai kurang dari 5 tahun (Pusat Data dan Informasi Depkes RI, 2006). Penyakit ini menjadi momok dan penyebab kematian kedua pada balita setelah diare. Berdasarkan laporan Profil Kesehatan Jawa Timur bahwa jumlah kasus pneumonia balita tahun 2012 sebanyak 84.392 kasus (Dinkes Jatim, 2013), sedangkan pada tahun 2013 sebanyak 97.735 kasus (Dinkes Jatim, 2014). Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kasus pneumonia balita di Jawa Timur, sehingga perlu adanya fokus perhatian pada kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tertinggi. Salah satu kabupaten/kota yang memiliki kasus pneumonia balita tinggi adalah Kota Surabaya. Menurut laporan Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013 menunjukkan bahwa Kota Surabaya menduduki urutan lima

tertinggi wilayah yang memiliki kasus pneumonia balita sebesar 4.655 kasus (Dinkes Jatim, 2014).

Terkait dengan tujuan keempat MDGs yaitu menurunkan angka kematian anak dengan target menurunkan angka kematian balita hingga dua per tiga dalam kurun waktu 1990 – 2015, maka diperlukan upaya-upaya yang fokus pada penyebab kejadian dan kematian pada balita khususnya pneumonia. Beberapa penelitian sebelumnya mengenai pneumonia antara lain Rudan, et al (2008) melaporkan bahwa faktor risiko terjadinya pneumonia yang selalu ada (*definite*) meliputi gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat. Menurut Departemen Kesehatan RI (2002), salah satu sumber media penularan penyakit pneumonia adalah kondisi fisik rumah serta lingkungan yang merupakan tempat hunian dan langsung berinteraksi dengan penghuninya. Menurut Santoso (2012) dengan pendekatan *Geographically Weighted Regression (GWR)* diperoleh hasil bahwa faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pneumonia balita di Jawa Timur adalah pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi. Menurut penelitian (Kusumawati, 2013) dengan analisis faktor diperoleh hasil bahwa pengelompokkan faktor yang mendukung terjadinya pneumonia balita adalah kebutuhan balita, sanitasi lingkungan dan pelayanan kesehatan. Menurut penelitian Tesis oleh Yuwono (2008) bahwa lantai, kondisi dinding rumah, luas ventilasi rumah, tingkat kepadatan hunian, tingkat kelembaban, penggunaan jenis bahan bakar kayu dan kebiasaan anggota keluarga yang merokok mempunyai hubungan dengan kejadian pneumonia.

Jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* yang mengikuti distribusi poisson, sehingga analisis yang dapat digunakan adalah regresi poisson. namun dalam regresi poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu rata-rata dan varians harus sama (*equidispersion*). Kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *overdispersion*. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah

overdispersion adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR). Sehingga untuk mengatasi *overdispersion* dalam penelitian ini dilakukan pemodelan menggunakan metode GPR. Penelitian sebelumnya mengenai GPR dilakukan oleh Assriyanti (2011) untuk memodelkan jumlah kasus AIDS dan diperoleh hasil bahwa GPR lebih baik daripada regresi poisson.

Perbedaan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kasus pneumonia balita per wilayah berbeda-beda, dikarenakan kondisi setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain. Kondisi lingkungan setiap wilayah berbeda, dimana kondisi lingkungan yang buruk dan tidak dilaksanakannya perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) menyebabkan berkembangnya vektor penyakit karena tersedianya media penyebab penularan berbagai penyakit. Oleh karena itu, faktor PHBS perlu diperhatikan karena dapat mencegah terjadinya penyakit dan melindungi diri dari ancaman penyakit. Penelitian dengan memperhatikan faktor spasial, akan menghasilkan pemodelan yang dapat menggambarkan pola hubungan yang lebih baik daripada analisis regresi global. Metode yang akan digunakan adalah *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), dimana setiap wilayah akan menghasilkan penaksir parameter model yang bersifat lokal untuk setiap titik pengamatan sehingga menyebabkan adanya perbedaan jumlah kasus pneumonia balita antara wilayah satu dengan wilayah lainnya sesuai dengan karakteristik wilayah tersebut.

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode GWPR antara lain adalah Aulele (2010) untuk menganalisis jumlah kematian bayi di Propinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah tahun 2007. Selanjutnya, penelitian oleh Qomariyah (2014) untuk memodelkan jumlah kematian ibu di Jawa Timur. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa setiap wilayah mempunyai perbedaan karakteristik satu sama lain, sehingga model yang dihasilkan per wilayah berbeda-beda.

Selain mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita, maka perlu untuk mengetahui *hotspot*

atau kantong kasus pneumonia balita, dikarenakan dengan adanya informasi tersebut dapat diketahui wilayah mana saja yang memerlukan perhatian khusus dan prioritas utama dalam upaya menangani masalah kasus pneumonia balita. Beberapa metode yang digunakan untuk mendeteksi *hotspot* antara lain *Circular Spatial Scan Statistic*, *Upper Level Set Scan Statistic* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Kelebihan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* dibanding metode *Circular Spatial Scan Statistic* adalah keakuratan dan kekuatan yang cukup baik dalam mendeteksi *hotspot* yang tidak berbentuk lingkaran (Tango dan Takahashi, 2005). Penelitian sebelumnya tentang mendeteksi *hotspot* atau kantong pernah dilakukan oleh Hasibuan (2008) dimana dengan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* diperoleh tujuh kantong kemiskinan di Indramayu Jawa Barat.

Berdasarkan uraian di atas menunjukkan masih tingginya kasus pneumonia di wilayah Kota Surabaya, sehingga diperlukan suatu penelitian untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita di wilayah Kota Surabaya dengan metode *Generalized Poisson Regression* dan *Geographically Weighted Poisson Regression*. Serta diperlukan identifikasi keberadaan kantong-kantong jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* agar upaya penanggulangan jumlah kasus pneumonia balita lebih efektif dan tepat sasaran.

1.2 Permasalahan

Jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* sehingga analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh adalah menggunakan regresi poisson. Dengan mempertimbangkan aspek spasial maka metode yang digunakan adalah *Geographically Weighted Poisson Regression* untuk mendapatkan pemodelan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya tahun 2013. Kasus pneumonia balita harus ditanggulangi, salah satu strategi penanggulangan kasus pneumonia balita di tingkat kecamatan yaitu dengan mendeteksi

kecamatan mana saja yang menjadi kantong atau *hotspot* kasus pneumonia balita menggunakan metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita dan memodelkan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan *Geographically Weighted Poisson Regression*.
2. Mengetahui kecamatan mana saja yang terdeteksi sebagai *hotspot* atau kantong jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi beberapa pihak antara lain sebagai berikut.

1. Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya, dapat memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus pneumonia balita serta mengetahui keberadaan *hotspot* atau kantong kasus pneumonia balita di Kota Surabaya sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan untuk membuat langkah-langkah agar dapat mengurangi jumlah penyakit pneumonia balita.
2. Bagi peneliti, memberikan wawasan pengetahuan terkait metode *Geographically Weighted Poisson Regression* dan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* sebagai aplikasi khususnya di bidang kesehatan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah jumlah kasus penemuan pneumonia balita di puskesmas Kota Surabaya pada tahun 2013.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu himpunan data, sehingga memberikan informasi sesuai dengan yang diinginkan. Statistik deskriptif membahas cara-cara pengumpulan data, penyederhanaan angka-angka pengamatan yang diperoleh (meringkas dan menyajikan), serta melakukan pengukuran pemusatan dan penyebaran untuk memperoleh informasi yang lebih menarik, berguna dan lebih mudah dipahami (Walpole, 1995). Contoh statistika deskriptif adalah rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta tematik.

Salah satu bentuk penyajian statistika deskriptif adalah menggunakan peta tematik. Peta tematik merupakan peta yang memberikan suatu informasi mengenai tema tertentu, baik data kualitatif maupun data kuantitatif. Peta tematik sangat erat kaitannya dengan SIG atau Sistem Informasi Grafis karena output dari SIG berupa peta tematik, dimana berbentuk digital maupun masih berbentuk peta kertas (Barus dan Wiradisasta, 2000).

2.2 Regresi Poisson

Regresi poisson merupakan model regresi nonlinear yang sering digunakan untuk data *count*, dimana variabel respon mengikuti distribusi poisson Agresti (2002). Distribusi poisson adalah suatu distribusi dimana kejadian tergantung pada interval waktu tertentu atau di suatu daerah tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit. Interval waktu tersebut dapat berupa semenit, sehari, seminggu, sebulan atau setahun (Walpole, 1995).

Ciri-ciri percobaan yang mengikuti sebaran distribusi poisson, adalah sebagai berikut (Cameron dan Trivedi, 1998).

- a. Kejadian dengan probabilitas kecil yang terjadi pada populasi dengan jumlah anggota besar.

- b. Bergantung pada interval waktu tertentu.
- c. Kejadian termasuk dalam proses stokastik (*counting process*).
- d. Perulangan dari kejadian yang mengikuti sebaran binomial.

Menurut (Myers, 1990), probabilitas distribusi poisson adalah sebagai berikut.

$$P(Y; \mu) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}; y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.1)$$

dengan μ adalah rata-rata variabel random Y yang berdistribusi poisson dimana nilai rata-rata dan varians dari variabel random Y mempunyai nilai lebih dari nol. Distribusi poisson digunakan untuk memodelkan peristiwa yang jarang terjadi dalam periode waktu tertentu. Misalkan terdapat sekumpulan data dengan struktur berikut.

$$\begin{bmatrix} y_1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{1k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_i & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ik} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

dimana :

y_i = Nilai variabel respon (Y) dari observasi ke- i

x_{ik} = Nilai variabel prediktor (X_k) dari observasi ke- i

Model regresi poisson ditulis dengan persamaan berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \quad (2.3)$$

dimana :

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

2.2.1 Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson

Salah satu metode yang digunakan untuk penaksiran parameter regresi poisson adalah metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Metode MLE biasa digunakan dengan cara memaksimumkan fungsi *likelihood*. Dalam regresi poisson, parameter yang ditaksir adalah $\boldsymbol{\beta}_k$ dengan hasil taksiran dilambangkan $\hat{\boldsymbol{\beta}}_k$.

Untuk mendapatkan nilai taksiran β_k dilakukan dengan langkah berikut.

1. Mengambil n data sampel random.
2. Membentuk fungsi *likelihood* dari regresi poisson.

$$\begin{aligned}
 L(\beta) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \\
 &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\exp(\mathbf{x}_i^T \beta)) (\exp(\mathbf{x}_i^T \beta))^{y_i}}{y_i!} \\
 &= \frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp \sum_{i=1}^n (y_i \mathbf{x}_i^T \beta)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!}
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

Fungsi *likelihood* diubah dalam bentuk logaritma natural sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \ln L(\beta) &= \ln \left(\frac{\exp\left(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \beta)\right) \left(\exp \sum_{i=1}^n (y_i \mathbf{x}_i^T \beta)\right)}{\prod_{i=1}^n y_i!} \right) \\
 \ln L(\beta) &= -\sum_{i=1}^n (\exp(\mathbf{x}_i^T \beta)) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i^T \beta - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

Kemudian persamaan (2.5) diturunkan terhadap β^T yang merupakan bentuk vektor, sehingga menjadi

$$\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \beta) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \tag{2.6}$$

Selanjutnya persamaan (2.6) disama dengankan nol, sebagai syarat menggunakan metode iterasi Newton-Raphson. Metode ini digunakan karena jika diselesaikan dengan MLE (derivatif) akan menghasilkan persamaan yang tidak *close*

form. Algoritma untuk optimasi dengan metode Newton-Raphson dapat dituliskan sebagai berikut.

1. Menentukan nilai taksiran awal parameter $\hat{\beta}_{(0)}$ menggunakan metode OLS (*Ordinary Least Square*).

$$\hat{\beta}_{(0)} = (\mathbf{x}^T \mathbf{x})^{-1} \mathbf{x}^T \mathbf{y} \quad (2.7)$$

Dimana :

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ \cdots \ y_n]^T$$

2. Membentuk vektor gradien \mathbf{g}

$$\mathbf{g}(\beta_{(m)})_{(k+1) \times 1} = \left(\frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_0}, \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_1}, \dots, \frac{\partial \ln L(\beta)}{\partial \beta_k} \right)^T_{\beta=\beta_{(m)}} \quad (2.8)$$

dimana k merupakan banyaknya parameter yang ditaksir (variabel prediktor).

3. Membentuk matriks Hessian \mathbf{H}

$$\mathbf{H}(\beta_{(m)})_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_k^2} \end{pmatrix}_{\beta=\beta_{(m)}} \quad (2.9)$$

4. Setelah mendapatkan matriks Hessian \mathbf{H} , vektor gradient \mathbf{g} , dan nilai taksiran awal parameter $\hat{\beta}_{(0)}$, kemudian nilai taksiran awal $\hat{\beta}_{(0)}$ dimasukkan ke dalam elemen-elemen vektor $\mathbf{g}(\hat{\beta}_{(0)})$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\beta}_{(0)})$.

5. Melakukan proses iterasi dengan menggunakan persamaan $\beta_{(m+1)} = \beta_{(m)} - H^{-1}(\beta_{(m)})g(\beta_{(m)})$ yang dimulai dari $m = 0$. Nilai $\beta_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- m .
6. Jika parameter yang didapatkan belum konvergen, maka dilakukan kembali langkah ke 5 hingga iterasi ke $m = m+1$. Iterasi berhenti pada keadaan konvergen, dimana $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| < \varepsilon$ dengan ε merupakan bilangan yang sangat kecil sekali dengan $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| = \sqrt{[\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}]^T [\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}]}$.

2.2.2 Pengujian Parameter Model Regresi Poisson

Pengujian parameter digunakan untuk mengetahui pengaruh dari suatu parameter terhadap model dengan tingkat signifikansi tertentu. Pengujian kelayakan model regresi poisson dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) yang memiliki hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$$

Statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.10)$$

$L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ merupakan dua fungsi *likelihood* yang berhubungan dengan model regresi yang diperoleh. $L(\hat{\omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor dan $L(\hat{\Omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor.

Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$ yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model.

$D(\hat{\beta})$ adalah devians model regresi poisson yang dihitung pada seluruh parameter dalam model, dan merupakan statistik rasio *likelihood* dimana ukuran sampel yang besar distribusi dari statistik uji persamaan (2.10) mengikuti distribusi *chi-square*. Menurut McCullagh dan Nelder (1989), nilai $D(\hat{\beta})$ akan semakin kecil seiring bertambahnya parameter dalam model, sehingga semakin kecil nilai $D(\hat{\beta})$ model akan semakin baik.

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model.

Hipotesis :

$H_0 : \beta_j = 0$ (Pengaruh variabel ke-j tidak signifikan)

$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$ (Pengaruh variabel ke-j signifikan)

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.11)$$

$se(\hat{\beta}_j)$ adalah *standar error* dari elemen diagonal ke (j+1) dari $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta})}$ dengan $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta})} = -E(H^{-1}(\hat{\beta}))$. H_0 akan ditolak jika nilai $|Z|$ lebih besar dari nilai $Z_{\alpha/2}$.

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criteriation*). Berikut adalah rumus AIC untuk regresi poisson.

$$AIC = -2 \ln L(\beta) + 2K \quad (2.12)$$

dimana $\ln L(\beta)$ merupakan nilai *likelihood* yang didapat dari persamaan (2.5) dan K merupakan jumlah parameter dalam model.

2.2.3 Overdispersion Regresi Poisson

Regresi poisson dikatakan *overdispersion* apabila nilai variansnya lebih besar dari nilai rata-ratanya. Jika pada data diskrit terjadi *overdispersion* dan tetap menggunakan regresi poisson sebagai metode penyelesaiannya, maka nilai *standard error* menjadi *under estimate*. Hal ini disebabkan karena

parameter koefisien regresi yang dihasilkan dari regresi poisson tidak efisien meskipun koefisien regresinya tetap konsisten.

Overdispersion merupakan nilai dispersi *pearson chi-square* dan *deviance* yang dibagi dengan derajat bebasnya, diperoleh nilai lebih besar dari 1. Selain itu, θ juga merupakan parameter dispersi dengan kriteria sebagai berikut.

- a. jika $\theta > 0$ artinya terjadi *overdispersion* pada regresi poisson.
- b. jika $\theta < 0$ artinya terjadi *underdispersion*.
- c. jika $\theta = 0$ menunjukkan bahwa tidak terjadi kasus *over/under* dispersi (*equidispersion*).

(Famoye, et al, 2004).

2.3 Generalized Poisson Regression (GPR)

Model regresi *Generalized Poisson* (GPR) merupakan salah satu alternatif model untuk data yang berupa data *count* dimana terjadi pelanggaran asumsi pada distribusi poisson yaitu rata-rata dan varians mempunyai nilai yang sama. Sehingga parameter μ dalam model GPR juga terdapat θ sebagai parameter dispersi. Model GPR hampir mirip dengan regresi poisson yaitu merupakan suatu model *Generalized Linear Model*, akan tetapi pada model GPR mengasumsikan bahwa komponen randomnya berdistribusi *Generalized Poisson* (GP). Misalkan $y_i = 0, 1, 2, \dots$ merupakan variabel respon maka distribusi respon maka distribusi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut (Famoye, et al, 2004).

$$f(y_i; \mu_i; \theta) = \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{y_i - 1}}{y_i!} \exp \left(\frac{-\mu_i (1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right), y_i = 0, 1, 2, \dots \quad (2.13)$$

Dengan *mean* dan *variance* adalah sebagai berikut.

$$E(Y) = \mu \text{ dan } \text{Var}(Y) = \mu(1 + \theta\mu)^2$$

Apabila $\theta = 0$ maka model GPR akan menjadi regresi poisson. Sedangkan apabila $\theta > 0$ maka model GPR merepresentasikan terjadi *overdispersion* pada data *count* dan sebaliknya apabila $\theta < 0$ maka model GPR merepresentasikan

terjadi *underdispersion* pada data *count*. Model GPR memiliki bentuk yang sama dengan model regresi poisson sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}), i = 1, 2, \dots, n \quad (2.14)$$

dimana :

$$\mathbf{x}_i = [1 \quad x_{1i} \quad x_{2i} \quad \dots \quad x_{ki}]^T$$

$$\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \quad \beta_1 \quad \beta_2 \quad \dots \quad \beta_k]^T$$

Kategori yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan *over/under dispersion* adalah nilai devians dan *pearson chi-square* yang dibagi dengan derajat bebas. Nilai atau hasil bagi yang lebih besar dari satu bahwa mengindikasikan adanya *overdispersion* dan sebaliknya apabila nilai atau hasil bagi yang lebih kecil dari satu mengindikasikan adanya *underdispersion* (Cameron dan Trivedi, 1998).

2.3.1 Penaksiran Parameter Model GPR

Penaksiran parameter GPR pada persamaan (2.13) dilakukan menggunakan metode MLE dengan fungsi *likelihood* model GPR sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L(\mu_i, \theta) &= \prod_{i=1}^n f(\mu_i, \theta) \\ &= \prod_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i-1)}}{y_i!} \exp \left(\frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right\} \\ &= \left(\prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \right) \left(\prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i-1)}}{y_i!} \right) \left(\exp \left(\frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Sedangkan fungsi *ln-likelihood* untuk model regresi *Generalized Poisson* adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln L(\mu_i, \theta) &= \ln \left(\prod_{i=1}^n \left(\frac{\mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i} \right) \left(\prod_{i=1}^n \frac{(1 + \theta y_i)^{(y_i-1)}}{y_i!} \right) \left(\exp \left(\frac{-\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right) \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \left\{ y_i \ln(\mu_i) - y_i \ln(1 + \theta \mu_i) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) - \ln(y_i!) - \frac{\mu_i(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \mu_i} \right\} \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan nilai $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})$, maka didapatkan persamaan di bawah ini.

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta\}$$

$$\text{dengan } \Delta = -\ln(y_i!) - \frac{\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)}{1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})}$$

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln(\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) - y_i \ln(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) + (y_i - 1) \ln(1 + \theta y_i) + \Delta^*\}$$

$$\text{dengan } \Delta = -\ln(y_i!) - \left\{ \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta y_i)(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\} \quad (2.16)$$

Selanjutnya persamaan logaritma natural dari fungsi *likelihood* diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ dan disama dengan nol untuk mendapat parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Bentuk turunan persamaan logaritma natural dan *likelihood* terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ yaitu seperti berikut.

$$\frac{\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = \sum_{i=1}^n \left[y_i \mathbf{x}_i - \theta y_i \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + \Delta \right]$$

$$\text{dimana } \Delta = -(1 + \theta y_i) \left\{ \mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\} + \Delta^*$$

$$\text{dan } \Delta^* = -\theta \mathbf{x}_i (\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^2 (1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-2}$$

Untuk mendapatkan penaksir parameter $\hat{\theta}$ maka persamaan tersebut diturunkan terhadap θ dan disamadengankan nol. Sehingga bentuk turunan *ln-likelihood* terhadap θ sebagai berikut.

$$\frac{\ln L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left[y_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} + y_i (y_i - 1)(1 + \theta y_i)^{-1} + \Delta \right]$$

$$\text{dengan } \Delta = \left\{ \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-1} \right\} + \Delta^*$$

$$\text{dan } \Delta^* = -(1 + \theta y_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})(1 + \theta \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))^{-2}$$

Penurunan fungsi *ln-likelihood* terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ dan θ seringkali menghasilkan persamaan yang implisit, sehingga digunakan metode numerik yaitu *Newton-Raphson*.

2.3.2 Pengujian Parameter Model GPR

Pengujian parameter GPR sama dengan pengujian parameter regresi poisson. Pengujian parameter GPR dilakukan menggunakan metode MLRT dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k$$

Statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = 2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (2.17)$$

Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha; k)}$ yang berarti minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Selanjutnya dilakukan pengujian parameter secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0 \text{ (Pengaruh variabel ke-} j \text{ tidak signifikan)}$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,k \text{ (Pengaruh variabel ke-} j \text{ signifikan)}$$

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.18)$$

Tolak H_0 apabila nilai $|Z|$ lebih besar dari nilai $Z_{\alpha/2}$.

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC, dengan rumus AIC untuk GPR sebagai berikut.

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\beta}, \hat{\theta}) + 2K \quad (2.19)$$

dimana $\ln L(\hat{\beta}, \hat{\theta})$ merupakan nilai likelihood yang didapat dari persamaan (2.16) dan K merupakan jumlah parameter dalam model.

2.4 Pengujian Aspek Data Spasial

Regresi spasial merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dengan memperhatikan aspek lokasi atau spasial. Aspek spasial yang dimaksud adalah data yang digunakan

memiliki *error* saling berkorelasi dan memiliki heterogenitas spasial (Anselin, 1988).

2.4.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Pengujian dependensi spasial dilakukan menggunakan statistik uji Moran's I.

Hipotesis :

$H_0 : I = 0$ (Tidak terdapat dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (Terdapat dependensi spasial)

Statistik Uji :

$$Z_{hit} = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (2.20)$$

dimana :

$$\hat{I} = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Keterangan :

n = banyak pengamatan

\bar{y} = nilai rata-rata dari y_i dari n lokasi

y_i = nilai pengamatan pada lokasi ke- i

y_j = nilai pengamatan pada lokasi ke- j

w_{ij} = elemen matriks pembobot spasial

Dalam perhitungan indeks morans'I terdapat beberapa pembobot spasial (w_{ij}) yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai indeks Morans'I. Salah satu pembobot spasial yang dapat digunakan adalah fungsi pembobot *adaptive bisquare*. Untuk pengujian Morans'I dihasilkan keputusan tolak H_0 apabila nilai $|Z_{hit}|$ lebih besar dari nilai $Z_{\alpha/2}$ yang berarti terdapat dependensi spasial dalam model.

2.4.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan berbeda-beda secara spasial. Pengujian heterogenitas spasial dilakukan menggunakan statistik uji *Breusch-Pagan* (BP).

Hipotesis :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (Varians antar lokasi sama)}$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (Varians antar lokasi berbeda)}$$

Statistik uji :

$$BP = \left(\frac{1}{2} \right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (2.21)$$

dimana :

$$\mathbf{e}_i = y_i - \hat{y}_i$$

$$\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n)^T \text{ dengan } f_i = \left(\frac{\hat{e}_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1 \right)$$

$$\hat{e}_i = \text{kuadrat sisaan untuk pengamatan ke-} i$$

$$\mathbf{Z} = \text{matriks berukuran } n(k+1) \text{ berisi vektor yang sudah di normal standartkan untuk setiap observasi}$$

$$\hat{\sigma}^2 = \text{varians } y$$

Keputusan Tolak H_0 jika nilai $BP > \chi_{(\alpha, k)}^2$ yang berarti varians antar lokasi berbeda.

2.5 Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)

Model GWPR adalah salah satu metode statistika yang merupakan pengembangan dari regresi poisson dengan penaksir parameter model bersifat lokal untuk setiap titik atau lokasi, dimana data memenuhi asumsi data berdistribusi Poisson. Menurut Fotheringham, et al (2002) bahwa model GWPR dikembangkan dari metode GWR yaitu suatu teknik yang

membawa kerangka dari model regresi sederhana menjadi model regresi yang terboboti. Dalam model GWPR, variabel respon (Y) diprediksi dengan variabel prediktor (X) yang koefisien regresinya dipengaruhi oleh letak geografis baik lintang maupun bujur dan disimbolkan (u_i, v_i) bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWPR dengan u_i sebagai koordinat lintang dan sebagai v_i koordinat bujur yang digunakan sebagai pembobot parameter adalah sebagai berikut.

$$y_i \sim \text{poisson}(\mu_i)$$

$$\text{dimana : } \mu_i = \exp \left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right)$$

$$\text{maka } y_i \sim \text{poisson} \left(\exp \left(\sum_{j=0}^k \beta_j(u_i, v_i) x_{ji} \right) \right) \quad (2.22)$$

dengan :

- k = banyaknya variabel prediktor
- y_i = nilai observasi respon ke- i
- x_{ji} = nilai observasi variabel prediktor ke- j pada pengamatan lokasi (u_i, v_i)
- $\beta_j(u_i, v_i)$ = koefisien regresi variabel prediktor ke- j untuk setiap lokasi (u_i, v_i)
- (u_i, v_i) = koordinat lintang dan bujur dari titik ke- i pada suatu lokasi geografis

2.5.1 Penaksir Parameter Model GWPR

Penaksiran parameter model GWPR dilakukan dengan menggunakan metode MLE dengan memberikan pembobot pada fungsi *ln-likelihood*. Langkah awal dari metode ini adalah membentuk fungsi *likelihood* sebagai berikut.

$$L(\beta(u, v)) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (2.23)$$

selanjutnya fungsi *likelihood* tersebut diubah dalam bentuk logaritma natural (*ln-likelihood*).

$$\begin{aligned}\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) &= \ln \left(\prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n (-\mu_i + y_i \ln(\mu_i) - \ln(y_i!))\end{aligned}\quad (2.24)$$

Dengan mensubstitusikan bentuk $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v))$ pada persamaan (2.23), maka menjadi persamaan sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u, v)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u, v) - \ln(y_i!)) \quad (2.25)$$

Bentuk *ln-likelihood* untuk iterasi ke- (u_i, v_i) pada persamaan (2.25) sebagai berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) \quad (2.26)$$

Faktor pembobot pada model GWPR menggunakan faktor letak geografis dengan nilai yang berbeda untuk setiap wilayah yang menunjukkan sifat lokal pada model GWPR. Sehingga, pembobot diberikan pada bentuk *ln-likelihood* untuk model GWPR dan diperoleh persamaan berikut.

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) = \sum_{i=1}^n (-\exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + y_i \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i) - \ln(y_i!)) w_{ij}(u_i, v_i)$$

Kemudian persamaan $\ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))$ diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)$ dan disamadengankan nol agar diperoleh nilai taksiran parameter $\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$ yaitu $\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_i, v_i)$ sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} &= 0 \\ \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)} &= \sum_{i=1}^n (-\mathbf{x}_i \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)) + \mathbf{x}_i y_i) w_{ij}(u_i, v_i) = 0\end{aligned}$$

Karena dari penyelesaian tersebut diperoleh hasil yang implisit maka dapat diselesaikan dengan metode Newton-

Raphson *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS). Secara umum persamaan untuk iterasi Newton-Raphson IRLS dilakukan dengan cara menyelesaikan persamaan berikut.

$$\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) - \mathbf{H}_{(m)}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) \mathbf{g}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) \quad (2.27)$$

dengan :

$$\begin{aligned} \mathbf{g}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) &= \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)} \\ &= - \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i w_{ij}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) + \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i w_{ij}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) y_i \\ \mathbf{H}_{(m)}(\boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) &= \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i))}{\partial \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \partial \boldsymbol{\beta}^T(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)} \\ &= - \sum_{j=1}^n \mathbf{x}_i w_{ij}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \mathbf{x}_i^T \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)) \end{aligned}$$

Iterasi berhenti jika $\|\boldsymbol{\beta}_{(m+1)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) - \boldsymbol{\beta}_{(m)}(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i)\| \leq \varepsilon$, dimana ε merupakan bilangan yang sangat kecil. Taksiran awal untuk parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_{(0)}$ diperoleh dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square*.

2.5.2 Pengujian Parameter Model GWPR

Pengujian parameter model GWPR terdiri dari tiga macam pengujian, antara lain sebagai berikut.

1. Menguji kesamaan antara model GWPR dan model regresi poisson dengan hipotesis berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \beta_j$$

$$H_1 : \beta_j(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) \neq \beta_j ; i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,k$$

Statistik uji :

$$F_{\text{hit}} = \frac{\text{Devians Model A} / \text{df}_A}{\text{Devians Model B} / \text{df}_B} \quad (2.28)$$

Misalkan model b adalah model GWPR dengan derajat bebas df_B dan model A dengan derajat bebas df_A adalah model

regresi poisson. Untuk mendapatkan nilai devians dari model GWPR ($D(\hat{\beta})$) adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.29)$$

dimana :

$L(\hat{\omega})$ = Fungsi *likelihood* untuk kumpulan parameter di bawah H_0 .

$L(\hat{\Omega})$ = Fungsi *likelihood* untuk untuk kumpulan parameter kecuali parameter di bawah H_0 .

Bentuk persamaan fungsi likelihood $L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \quad (2.30)$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) x_{ij}\right) \quad (2.31)$$

Tolak H_0 jika nilai $F_{hit} > F_{(\alpha, df A, df B)}$, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara model regresi Poisson dan model GWPR, sehingga dilakukan pengujian secara serentak parameter model GWPR.

2. Pengujian Secara Serentak Model GWPR

Pengujian serentak dilakukan menggunakan *Maximum Likelihood Ratio Test* (MLRT) dengan hipotesis berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_2, v_2) = \dots = \beta_j(u_i, v_i) = 0; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$

Statistik uji :

$$D(\hat{\beta}) = 2(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega})) \quad (2.32)$$

dimana :

$L(\hat{\omega})$ = Fungsi *likelihood* untuk model sederhana tanpa melibatkan variabel prediktor.

$L(\hat{\Omega})$ = Fungsi *likelihood* untuk model lengkap dengan melibatkan variabel prediktor.

Bentuk persamaan fungsi *likelihood* $L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ sebagai berikut.

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp(\hat{\beta}_0(u_i, v_i) x_{ij}) \quad (2.33)$$

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\hat{\mu}_i) \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!}; \hat{\mu}_i = \exp\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j(u_i, v_i) x_{ij}\right) \quad (2.34)$$

Tolak H_0 jika nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$, yang berarti minimal ada satu parameter model GWPR berpengaruh signifikan terhadap model.

3. Pengujian Parameter Secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon pada tiap-tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis :

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, k$$

Statistik uji :

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))} \quad (2.35)$$

$se(\hat{\beta}_j(u_i, v_i))$ adalah *standar error* yang didapatkan dari elemen diagonal ke $(j+1)$ dari $\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}(u_i, v_i))}$. Dengan daerah penolakan adalah H_0 ditolak jika nilai dari $|Z|$ lebih besar dari nilai $Z_{\alpha/2}$.

2.5.3 Penentuan *Bandwith* dan Pembobot Optimum

Secara teoritis *bandwidth* merupakan lingkaran dengan radius b dari titik pusat lokasi yang digunakan sebagai dasar menentukan bobot setiap pengamatan terhadap model regresi

pada lokasi tersebut. Pengamatan-pengamatan yang terletak di dalam radius b masih dianggap berpengaruh terhadap model pada lokasi tersebut sehingga akan diberi bobot tergantung pada fungsi yang digunakan. Selain itu, *bandwidth* menjadi pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data. Nilai *bandwidth* yang sangat kecil menyebabkan varians semakin besar. Hal ini dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius b , sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*). Sebaliknya nilai *bandwidth* yang besar akan menimbulkan bias yang semakin besar karena semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius b , sehingga model yang diperoleh akan terlampaui halus (*over smoothing*). Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Penentuan metode optimum dilakukan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) sebagai berikut.

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{\neq i}(b))^2 \quad (2.36)$$

dimana $y_{\neq i}(b)$ adalah nilai penaksir y_i dengan pengamatan lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dari proses penaksiran.

Menurut Nakaya,dkk. (2005) dalam proses penaksiran parameter model GWPR di suatu titik (u_i, v_i) dibutuhkan adanya pembobot spasial dimana pembobot yang digunakan adalah fungsi kernel. Kernel *adaptive* digunakan dalam kasus ketika ada variasi yang besar dalam geografis data yang diamati. Salah satu pembobot fungsi kernel *adaptive bisquare* adalah sebagai berikut.

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_{i(p)}}\right)^2\right)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq b \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > b \end{cases} \quad (2.37)$$

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ adalah jarak *Euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) dan lokasi (u_j, v_j) dan b adalah nilai *bandwith* optimum pada tiap lokasi.

Pemilihan model terbaik menggunakan kriteria nilai AIC (*Akaike's Information Criteriation*).

$$AIC = D(b) + 2K(b) \quad (2.38)$$

dengan

$$D(b) = \sum_i^n (y_i \ln \hat{y}_i(\beta(u_i, v_i), b)) / y_i + \left((y_i - \hat{y}_i(\hat{\beta}(u_i, v_i), b)) \right)$$

$D(b)$ merupakan nilai devians model dengan *bandwith* (b) dan K merupakan jumlah parameter dalam model dengan *bandwith* (b). Model terbaik yang dipilih adalah model dengan nilai AIC paling kecil (Fotheringham, et al, 2002).

2.6 Korelasi dan Multikolinearitas

2.6.1 Korelasi

Koefisien korelasi merupakan suatu indikator dalam hubungan linier antara dua variabel (Draper dan Smith, 1992).

$$\hat{\rho}_{Y_1Y_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)(Y_{2i} - \bar{Y}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{1i} - \bar{Y}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_{2i} - \bar{Y}_2)^2}} \quad (2.39)$$

Pada koefisien korelasi terdapat dua hubungan yaitu positif dan negatif. Nilai positif dan negatif ini disebabkan nilai korelasi berkisar antara -1 hingga 1. Apabila nilai korelasi mendekati 1, baik positif maupun negatif maka kedua variabel memiliki hubungan yang erat, sedangkan jika nilai korelasi 0 menunjukkan bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan erat. Nilai korelasi yang positif menunjukkan adanya hubungan berbanding lurus pada dua variabel, sedangkan nilai korelasi yang negatif menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik.

2.6.2 Multikolinearitas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi adalah tidak terdapat korelasi yang tinggi antara satu variabel prediktor dengan variabel prediktor yang lain. Dalam model regresi, adanya korelasi antar variabel prediktor menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki *error* yang sangat besar. Pendeteksian kasus multikolinearitas dilakukan menggunakan kriteria nilai *Variance Inflation Factor* (Hocking, 1996). Jika nilai VIF lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinearitas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.40)$$

dengan R_j^2 adalah koefisien determinasi antara X_j dengan variabel prediktor lainnya.

2.7 Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

Spatial Scan Statistic merupakan salah satu metode statistik yang digunakan untuk mendeteksi *cluster* pada sebuah lokasi yang berupa titik maupun data agregat. Beberapa metode *Scan Statistic* antara lain *Circular Spatial Scan Statistic* yang diperkenalkan oleh Martin Kulldorf tahun 1997, *Upper Level Set Scan Statistic* (*Noncircular Spatial Scan Statistic*) yang diperkenalkan oleh Patil dan Taillie tahun 2003, dan metode *Flexibly Spatial Scan Statistic* yang diperkenalkan pertama kali oleh Toshiro Tango dan Kunihiro Takahashi pada tahun 2005.

Metode *Flexibly Spatial Scan Statistic* mempunyai *power* lebih tinggi daripada metode *Circular Spatial Scan Statistic* saat *cluster* yang dideteksi adalah *non-circular* dan fleksibel terhadap bentuk kantong yang dihasilkan sehingga tidak terbatas pada bentuk lingkaran saja (Tango dan Takahashi, 2005). Untuk mendeteksi *hotspot* dengan metode *Flexibly Spatial Scan Statistic*, pada awalnya suatu wilayah dibagi menjadi n daerah. Jumlah kasus yang ada di wilayah i dilambangkan dengan Y_i

dengan nilai yang diamati $i=1,2,\dots,n$ diasumsikan saling bebas dan mengikuti sebaran Poisson dengan fungsi peluang seperti persamaan (2.1). Untuk menentukan letak geografis masing-masing daerah digunakan titik koordinat pusat penduduk administrasi.

Pada awalnya, *Flexibly Scan Statistic* ditempatkan pada kantong yang tidak teratur (*irregularly shaped*) pada setiap wilayah. *Window* ke- i dilambangkan dengan W_i yang merupakan kumpulan wilayah i dan wilayah-wilayah yang berbatasan dengan wilayah i yang kemudian disusun himpunan Z yang bentuknya tidak teratur dengan panjang l pada setiap wilayah, terdiri atas l wilayah (termasuk kecamatan i). Z merupakan himpunan bagian dari W dan panjangnya mulai dari 1 sampai panjang maksimum L (*pre-set maximum L*). untuk menghindari pendeteksian kantong yang bentuknya aneh (*unlikely peculiar shape*), wilayah yang berbatasan dibatasi sebagai himpunan bagian dari wilayah i dan $(L-1)$ wilayah sekitar yang terdekat dengan wilayah i dimana L adalah *pre-specified maximum length* dari *cluster*. Selanjutnya akan terbentuk Z yang berbeda-beda dan saling *overlapping* (tumpang tindih). Misalkan $Z_{il(m)}$, $m=1,\dots,m_{il}$ melambangkan Z ke- m yang merupakan himpunan l wilayah yang berhubungan dimulai dari wilayah i , dimana m_{il} adalah jumlah m yang memenuhi $Z_{il(m)} \subseteq Z_{il}$ untuk $l = 1,2,\dots,L$, Kemudian semua Z yang diperiksa dimasukkan dalam himpunan berikut.

$$Z = \{Z_{il(m)} | 1 \leq i \leq n, 1 \leq l \leq L, 1 \leq m \leq m_{il}\} \quad (2.41)$$

Algoritma yang digunakan untuk mendapatkan Z dengan *pre-specified maximum length L* (Tango dan Takahashi, 2005) adalah sebagai berikut.

1. Pertama, membuat sebuah matriks $A = (a_{ih})$ berukuran $n \times n$ sedemikian hingga

$$a_{ih} = \begin{cases} 1 & , \text{jika wilayah } i \text{ dan } h \text{ bersebelahan atau contiguity} \\ 0 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

dan set $Z_2 = \emptyset$ dan $i_0 = 0$

2. Misalkan $i_0 \leftarrow i_0 + 1$ dan i_0 ($=1,2,\dots,m$) menjadi wilayah awal. Kemudian dibentuk W_{i_0} yang terdiri dari $(L-1)$ *nearest neighbours* ke wilayah awal i_0 dan i_0 sendiri, sebagai contoh $W_{i_0} = (i_0, i_1, \dots, i_{L-1})$ dimana i_l adalah l wilayah ke- l terdekat terhadap i_0 .
3. Pertimbangkan semua himpunan $Z \subset W_{i_0}$, dimana termasuk wilayah awal i_0 . Untuk himpunan Z lainnya, ulangi langkah 4-7.
4. Bagi himpunan Z menjadi dua disjoint : $Z_0 = \{i_0\}$ dan Z_1 dimana berisi wilayah lain yang terdapat dalam Z .
5. Buat dua himpunan baru Z'_0 dan Z'_1 . Z'_0 terdiri dari wilayah Z_1 yang berbatasan dengan wilayah Z_0 . Di sisi lain, Z'_1 terdiri dari wilayah Z_1 yang tidak berbatasan dengan wilayah Z_0 . Kemudian, ganti Z_0 dan Z_1 dengan Z'_0 dan Z'_1 .
6. Ulangi langkah 5 secara rekursif sampai Z_0 dan Z_1 menjadi himpunan kosong.
7. Buat kesimpulan sebagai berikut.
 Z dikatakan berhubungan (*connected*) ketika Z_1 menjadi himpunan kosong terlebih dahulu dan tidak berhubungan ketika Z_0 menjadi himpunan kosong terlebih dahulu, maka Z dimasukkan dalam set Z . Jika Z tidak berhubungan maka Z dibuang.
8. Ulangi langkah 2-7 sampai pada akhirnya diperoleh himpunan Z yang terdiri dari Z berbentuk tertentu dengan *maximum length* adalah L .

2.7.1 Likelihood Ratio Test dan Pengujian Hipotesis Monte Carlo

Untuk setiap wilayah i dan panjang dari *scanning window*, hipotesis alternatifnya adalah minimal ada satu *window Z* yang mempunyai peluang resiko lebih tinggi (*elevated risk*) daripada di luar *window*. Dengan kata lain, hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_0 : E(Y(Z)) = \mu(Z) \text{ untuk semua } Z$$

$$H_1 : E(Y(Z)) > \mu(Z) \text{ untuk beberapa } Z$$

dimana $Y(.)$ melambangkan jumlah kasus yang random dan $\mu(.)$ merupakan nilai harapan dari kasus *window* tertentu.

Pada setiap *window*, dapat dihitung *likelihood* untuk mengetahui jumlah kasus di dalam dan di luar *window*. Persamaan *likelihood* untuk setiap *window* mengikuti persamaan (2.4) dengan asumsi Poisson, uji statistik yang disusun dengan *likelihood ratio test* (Kulldorff, 1997) adalah sebagai berikut.

$$\lambda = \sup_{Z \in Z} \left(\frac{y(Z)}{\mu(Z)} \right)^{n(Z)} \left(\frac{y(Z^c)}{\mu(Z^c)} \right)^{n(Z^c)} I \left(\frac{y(Z)}{\mu(Z)} > \frac{y(Z^c)}{\mu(Z^c)} \right) \quad (2.42)$$

dimana Z^c melambangkan semua wilayah di luar *window* Z , dan $y(.)$ melambangkan jumlah kasus dalam *window* yang ditentukan dan $I(.)$ merupakan fungsi indikator. Ketika memeriksa kantong dengan *high rates*, maka $I(.)$ bernilai 1 jika $y(Z^c)$ dibagi (Z^c) memiliki peluang lebih besar.

Uji statistik yang dilakukan menggunakan pengujian hipotesis Monte Carlo. *P-value* diperoleh dengan membandingkan *rank* dari *likelihood* yang maksimal dari data yang sebenarnya dengan *likelihood* yang maksimal dari himpunan data acak. Jika *rank* dilambangkan dengan R maka $p\text{-value} = R/(1+\#\text{simulasi})$ dimana $\#\text{simulasi}$ menunjukkan banyaknya replikasi yang digunakan.

Prosedur untuk mendapatkan *p-value* dengan pendekatan *Monte Carlo* adalah sebagai berikut.

1. Hitung penjumlahan nilai *log likelihood ratio* tertinggi t_0 untuk data riil.
2. Membangun data acak yang ukurannya sama dengan data riil yang dibangun di bawah kondisi H_0 .
3. Melakukan proses pembentukan *scanning window* Z dari data acak yang dibangun berdasarkan kondisi H_0 .
4. Mencari nilai *log likelihood ratio* dari setiap *scanning window*, dan dicatat apakah jumlah kasus yang diamati lebih besar atau lebih kecil dari yang diestimasi, kemudian menjumlahkan nilai *log likelihood ratio* yang jumlahnya lebih besar dari jumlah yang diestimasi, untuk

setiap *scanning window*. Langkah selanjutnya, mendapatkan penjumlahan nilai *log likelihood ratio* yang tertinggi dari simulasi pertama pembangunan data acak tersebut.

5. Mengulang langkah 2, 3, dan 4 sebanyak m kali pengulangan/simulasi, sehingga memperoleh m penjumlahan nilai *log likelihood ratio* tertinggi dari data acak dan data riil.
6. Hitung *p-value*,
$$p = \frac{\text{banyaknya } (T(x) \geq t_0)}{m + 1}$$

t_0 menyatakan penjumlahan nilai *log likelihood ratio* tertinggi yang dimiliki suatu *scanning window Z* dari data riil. $T(x)$ adalah penjumlahan nilai *log likelihood ratio* dari data acak yang dibangun di bawah kondisi H_0 . m adalah banyaknya simulasi untuk membangun data di bawah kondisi H_0 .

Kantong-kantong yang terbentuk (*window Z*) diurutkan berdasarkan nilai *likelihood*-nya dan *window Z* yang memiliki nilai *likelihood* lebih besar daripada yang lain dan nyata pada tingkat signifikansi tertentu akan membentuk *hotspot*.

2.8 Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Balita adalah anak umur 1 tahun tepat sampai umur 5 tahun kurang 1 hari. Anak umur 5 tahun tepat, tidak termasuk kelompok anak 1-5 tahun (Depkes, 2006). Pneumonia adalah penyakit yang disebabkan kuman *pneumococcus*, *staphylococcus*, *streptococcus*, dan virus. Gejala penyakit pneumonia yaitu menggigil, demam, sakit kepala, batuk, mengeluarkan dahak, dan sesak napas. Populasi yang rentan terserang pneumonia adalah balita, usia lanjut lebih dari 65 tahun dan orang yang memiliki masalah kesehatan (malnutrisi, gangguan imunologi) (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Terjadinya pneumonia pada anak seringkali bersamaan dengan terjadinya proses infeksi akut pada bronkus yang disebut *bronchopneumonia*. Gejala penyakit pneumonia ini berupa nafas cepat dan nafas sesak, karena paru meradang secara mendadak.

Batas nafas cepat adalah frekuensi pernafasan sebanyak 50 kali per menit atau lebih pada anak usia 2 bulan – 1 tahun dan 40 kali per menit atau lebih pada anak usia 1 tahun – 5 tahun (Santoso, 2012).

Faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian pneumonia terbagi atas dua yaitu faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi umur, jenis kelamin, status gizi, berat badan lahir rendah, status imunisasi, pemberian ASI dan pemberian vitamin A. Faktor ekstrinsik meliputi kepadatan tempat tinggal, polusi udara, tipe rumah, ventilasi, kelembaban, letak dapur, jenis bahan bakar penggunaan obat nyamuk, asap rokok, penghasilan keluarga serta faktor ibu baik pendidikan, umur ibu maupun penghasilan ibu (Departemen Kesehatan RI, 2002).

Rudan,et al (2008) melaporkan bahwa faktor risiko terjadinya pneumonia yang selalu ada (*definite*) meliputi gizi kurang, berat badan lahir rendah, tidak mendapatkan ASI, polusi udara dalam ruang, dan pemukiman padat. Selain itu bahwa lantai, kondisi dinding rumah, luas ventilasi rumah, tingkat kepadatan hunian, tingkat kelembaban, penggunaan jenis bahan bakar kayu dan kebiasaan anggota keluarga yang merokok mempunyai hubungan dengan kejadian pneumonia (Yuwono, 2008).

Menurut WHO (2010) pneumonia dapat menyebar dalam beberapa cara. virus dan bakteri biasanya ditemukan di hidung atau tenggorokan anak yang dapat menginfeksi paru-paru jika dihirup. virus dan bakteri juga dapat menyebar melalui droplet udara lewat batuk atau bersin. Selain itu, radang paru-paru bisa menyebar melalui darah.

Menurut Mc. Keown dan Hilfinger (2004) dalam Hockenberry dan Wilson (2009) penyakit dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara faktor *agent*, *host* dan *environment*. Berikut ini akan dijabarkan hubungan 3 komponen tersebut.

1. Faktor penyebab (*agent*) adalah penyebab dari penyakit pneumonia yaitu bakteri, virus.
2. Faktor manusia (*host*) adalah individu atau populasi yang beresiko terkena penyakit. Faktor risiko pneumonia dalam hal ini balita meliputi : berat badan lahir, riwayat pemberian ASI, status gizi, riwayat pemberian vitamin A, riwayat imunisasi.
3. Faktor lingkungan (*enviroment*) adalah tempat dimana *host* hidup termasuk kondisi cuaca dan faktor-faktor yang berhubungan dengan rumah dan kondisi sekitar, yaitu meliputi : kondisi rumah, ventilasi rumah kelembaban, cuaca, polusi udara dan status sosial ekonomi.

2.9 Hotspot atau Kantong-Kantong

Hotspot didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah terjadinya suatu kejadian yang tidak biasa atau kejadian luar biasa atau disebut juga wilayah kritis (Patil dan Taillie, 2003). Sedangkan menurut Haran (2006) didefinisikan sebagai lokasi atau wilayah yang konsisten memiliki karakteristik berbeda dengan daerah sekelilingnya. Dalam penelitian ini, wilayah yang terdeteksi sebagai *hotspot* disebut sebagai daerah kantong pneumonia balita, sehingga kantong dapat diartikan sebagai kumpulan daerah-daerah yang memiliki tingkat kasus pneumonia balita lebih besar daripada daerah-daerah di luar kantong. Wilayah *hotspot* atau kantong pneumonia balita sangat penting diketahui karena dengan adanya informasi tersebut dapat diketahui wilayah yang memerlukan perhatian khusus dalam upaya menangani masalah yang berkaitan dengan kasus pneumonia balita dan jika *hotspot* atau kantong pneumonia balita suatu wilayah sudah terdeteksi maka informasi tersebut dapat dibuat menjadi peta kerawanan wilayah terjadinya kasus pneumonia balita.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Laporan Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Surabaya dan Laporan Surabaya Dalam Angka Badan Pusat Statistika Kota Surabaya Tahun 2014. Dikarenakan data penelitian merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil survei Dinkes dan BPS, maka diasumsikan bahwa alat ukur (kuisioner) telah tervalidasi oleh petugas berwenang sehingga kuisioner telah terisi dengan benar.

Unit analisis dalam penelitian adalah kecamatan-kecamatan di Kota Surabaya yang berjumlah 31. Berikut adalah kecamatan-kecamatan di Kota Surabaya.

Tabel 3.1 Kecamatan di Kota Surabaya

Kode	Kecamatan	Kode	Kecamatan
010	Karang Pilang	160	Sukomanunggal
020	Jambangan	170	Sawahan
030	Gayungan	180	Tegal Sari
040	Wonocolo	190	Genteng
050	Tenggilis Mejoyo	200	Tambak Sari
060	Gunung Anyar	210	Kenjeran
070	Rungkut	211	Bulak
080	Sukolilo	220	Simokerto
090	Mulyorejo	230	Semampir
100	Gubeng	240	Pabean Cantikan
110	Wonokromo	250	Bubutan
120	Dukuh Pakis	260	Krembangan
130	Wiyung	270	Asem Rowo
140	Lakarsantri	280	Benowo
141	Sambikerep	281	Pakal
150	Tandes		

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu variabel respon dan variabel prediktor. Berikut adalah variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 3.2 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Tipe Variabel
Y	Jumlah kasus Pneumonia Balita	Diskrit
X_1	Persentase balita gizi buruk	Kontinyu
X_2	Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali	Kontinyu
X_3	Persentase cakupan pelayanan anak balita	Kontinyu
X_4	Kepadatan penduduk	Kontinyu
X_5	Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS)	Kontinyu
X_6	Persentase rumah sehat	Kontinyu
X_7	Persentase rumah tangga miskin	Kontinyu

Berikut merupakan definisi operasional variabel yang digunakan dalam penelitian (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011).

1. Kasus Pneumonia Balita (Y)

Jumlah kasus pneumonia balita di kecamatan Kota Surabaya tahun 2013.

2. Persentase balita gizi buruk (X_1)

Hasil bagi antara jumlah balita gizi buruk yang ditemukan di kecamatan Kota Surabaya dalam kurun waktu tertentu dengan jumlah seluruh balita dalam periode waktu yang sama dikalikan 100%.

3. Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2)

Hasil bagi antara jumlah balita yang mendapatkan suplementasi A dua kali pada waktu tertentu dengan jumlah

balita dalam kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

4. Persentase cakupan pelayanan balita (X_3)

Hasil bagi antara jumlah balita yang memperoleh pelayanan pemantauan pertumbuhan minimal 8 kali setahun pada waktu tertentu dengan jumlah seluruh balita dalam kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

Pelayanan pemantauan pertumbuhan dilaksanakan melalui pelayanan SDIDTK minimal 2 kali pertahun (setiap 6 bulan) dan tercatat pada Kohort Anak Balita dan Prasekolah atau pencatatan pelaporan lainnya. Pelayanan SDIDTK dilaksanakan oleh tenaga kesehatan, ahli gizi, penyuluh kesehatan masyarakat dan petugas sektor lain yang dalam menjalankan tugasnya melakukan stimulasi deteksi intervensi dini tumbuh kembang

5. Kepadatan penduduk (X_4)

Hasil bagi dari jumlah penduduk terhadap luas wilayah di setiap kecamatan Kota Surabaya dalam satuan (orang/km²).

6. Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) (X_5)

Hasil bagi antara jumlah rumah tangga yang berperilaku melaksanakan 10 indikator PHBS pada kurun waktu tertentu dengan jumlah rumah tangga yang diperiksa pada kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan dengan 100%.

Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) adalah semua perilaku kesehatan yang dilakukan atas kesadaran semua anggota keluarga dan masyarakat. PHBS sangat diperlukan karena dapat mencegah dan menanggulangi penyakit dan masalah kesehatan lainnya. Indikator PHBS antara lain persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan, memberi bayi ASI eksklusif, menimbang balita setiap balita, menggunakan air bersih, mencuci tangan pakai sabun, menggunakan jamban sehat, memberantas jentik di rumah sekali seminggu, makan

buah dan sayur setiap hari, melakukan aktifitas fisik setiap hari dan tidak merokok dalam rumah.

7. Persentase rumah sehat (X_6)

Hasil bagi antara rumah kategori sehat pada kurun waktu tertentu dengan jumlah rumah yang diperiksa pada kurun waktu yang sama di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan yaitu rumah yang memiliki jamban sehat, sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah yang sesuai dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah (Kepmenkes no. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan).

8. Persentase rumah tangga miskin (X_7)

Hasil bagi antara jumlah rumah tangga miskin terhadap jumlah rumah tangga seluruhnya di kecamatan Kota Surabaya dikalikan 100%.

3.3 Struktur Data

Berikut adalah struktur data yang akan digunakan dalam penelitian.

Tabel 3.3 Struktur Data

Kecamatan	$u^{*)}$	$v^{*)}$	Variabel				
			Y	X_1	X_2	...	X_7
1	u_1	v_1	Y_1	$X_{1,1}$	$X_{1,2}$...	$X_{1,7}$
2	u_2	v_1	Y_2	$X_{2,1}$	$X_{2,2}$...	$X_{2,7}$
.
.
.
31	u_{31}	v_{31}	Y_{31}	$X_{31,1}$	$X_{31,2}$...	$X_{31,7}$

u_i : Lintang (*longitude*) kecamatan ke-i

v_i : Bujur (*latitude*) kecamatan ke-i

3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis untuk menyelesaikan setiap permasalahan penelitian adalah sebagai berikut.

- A. Langkah-langkah mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah sebagai berikut.
 1. Mengambil data terkait penyakit pneumonia balita sebagai variabel respon dan 7 variabel prediktor serta data spasial yang berupa titik koordinat masing-masing kecamatan di Kota Surabaya.
 2. Mendeskripsikan variabel respon dan variabel prediktor, meliputi rata-rata, varians, nilai minimum, nilai maksimum dan peta tematik.
 3. Pemeriksaan multikolinearitas antar variabel prediktor menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF) dan menganalisis korelasi antar variabel prediktor dengan matriks korelasi.
 4. Menganalisis model regresi poisson dengan langkah sebagai berikut :
 - a. Menaksir parameter model regresi poisson.
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter model regresi poisson secara serentak dan parsial.
 - c. Menginterpretasikan hasil model regresi poisson.
 - d. Melakukan pemeriksaan adanya kasus *under* atau *over dispersion*.
 5. Menganalisis model regresi *Generalized Poisson* (GPR) dengan langkah sebagai berikut :
 - a. Menaksir parameter model GPR
 - b. Menguji signifikansi parameter model GPR secara serentak dan parsial.
 - c. Menginterpretasikan hasil model GPR.
 6. Menguji aspek data spasial.
 7. Menganalisis model GWPR dengan langkah berikut :
 - a. Menentukan (u_i, v_i) berdasarkan garis lintang selatan dan bujur timur untuk setiap kecamatan.

- b. Menentukan *bandwidth* optimum berdasarkan jarak lokasi pusat dengan tetangga terdekat dengan menggunakan *Cross Validation* (CV).
 - c. Menghitung jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan posisi letak geografis. Jarak *Euclidean* antara lokasi ke- i yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi j yang terletak pada koordinat (u_j, v_j) diperoleh menggunakan persamaan berikut.

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$$
 - d. Mengurutkan jarak *euclidean* dari seluruh lokasi terhadap suatu lokasi i sehingga diperoleh urutan tetangga terdekat (*nearest neighbor*) dari lokasi i . Pengurutan jarak *euclidean* dilakukan untuk $i = 1, 2, \dots, n$ sampai diperoleh urutan tetangga terdekat untuk seluruh lokasi.
 - e. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi pembobot kernel yaitu memasukkan jarak *euclidean* dan *bandwidth* ke dalam fungsi kernel untuk $i = 1, 2, \dots, n$ yang merupakan elemen diagonal dari matriks pembobot lokasi i yaitu $W(u_i, v_i)$. Perhitungan matriks pembobot tersebut dilakukan untuk $i = 1, 2, \dots, n$.
 - f. Menaksir parameter model GWPR.
 - g. Menguji kesamaan model poisson dengan model GWPR dan menguji signifikansi parameter model regresi GWPR secara serentak dan parsial.
 - h. Menginterpretasikan hasil.
8. Membandingkan nilai AIC dari regresi poisson, GPR dan GWPR. Model yang terpilih adalah memiliki nilai AIC terkecil.

- B. Langkah-langkah untuk mendeteksi kantong-kantong kasus pneumonia balita pada tingkat kecamatan di Kota Surabaya dengan pendekatan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* sebagai berikut :
1. Mengambil data jumlah kasus pneumonia balita per kecamatan sebagai kasus dan jumlah balita per kecamatan sebagai populasi. Selain itu mengambil data spasial yang berupa titik koordinat masing-masing kecamatan.
 2. Membuat prediksi jumlah kasus pneumonia balita per kecamatan (\hat{y}_i) berdasarkan model terpilih pada langkah (A8).
 3. Mengidentifikasi kandidat *cluster/hotspot* dengan algoritma yang ada di metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*. Penentuan *pre-set maximum number* mengacu pada *pre-set maximum number* yang digunakan pada metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*.
 4. Menghitung jumlah populasi dan jumlah kasus untuk setiap *cluster*.
 5. Menghitung *log likelihood function* dari setiap *cluster* kemudian menguji signifikansi *cluster* dengan simulasi *Monte Carlo* untuk mendapatkan *p-value*.
 6. Menghitung resiko relatif untuk setiap *cluster*.
 7. Membuat peta kantong kasus pneumonia balita berdasarkan *cluster* yang signifikan pada α sebesar 0,10.
 8. Menginterpretasikan hasil dengan membuat deskripsi kantong kasus pneumonia balita sehingga diperoleh prioritas lokasi pengendalian penyakit dan faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi kasus di wilayah kantong-kantong.

Software yang mendukung untuk mencapai tujuan dari penelitian adalah *Arcview*, *GWR 4.0*, *R*, *SAS* dan *Flexscan v3.1.2*.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas analisis dalam penyelesaian permasalahan yang telah dipaparkan pada sebelumnya.

4.1 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita di Kota Surabaya

4.1.1 Deskripsi dan Pemetaan Variabel Penelitian

Gambaran mengenai kasus pneumonia balita beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, dapat melihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
Y	128,7	27362	7	684
X_1	1,0629	0,2342	0,36	2,17
X_2	87,90	118,59	45,64	100
X_3	77,20	223,81	35,59	100
X_4	11344	51377464	2189,6	31193,82
X_5	69,81	220,33	34,26	91,61
X_6	80,93	90,74	55,43	100
X_7	10,644	30,033	4,870	28,00

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya tahun 2013 sebesar 128,7≈129 kasus, dengan jumlah kasus pneumonia balita tertinggi terdapat di Kecamatan Tambaksari yaitu sebesar 684 kasus sedangkan jumlah kasus terendah di Kecamatan Pakal dan Gunung Anyar sebesar 7 kasus dan keragaman data sebesar 27362. Pada variabel persentase balita gizi buruk (X_1) menunjukkan bahwa rata-rata persentase balita gizi buruk di Kota Surabaya tahun 2013 sebesar 1,0629 dengan keragaman sebesar 0,2342 dimana persentase tertinggi di Kecamatan Genteng sebesar 2,17 persen sedangkan terendah di Kecamatan Tambaksari sebesar 0,36 persen.

Rata-rata balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2) di Kota Surabaya Tahun 2013 sebesar 87,9 persen dengan persentase terendah yaitu di Kecamatan Benowo sebesar 45,64 persen sedangkan terendah di Kecamatan Genteng dan Pakal sebesar 100 persen. Persentase pelayanan balita gizi buruk (X_3) di Kota Surabaya tahun 2013 memiliki rata-rata sebesar 77,2 persen dengan tertinggi di Kecamatan Benowo sebesar 100 persen dan terendah di Kecamatan Karangpilang sebesar 35,29 persen.

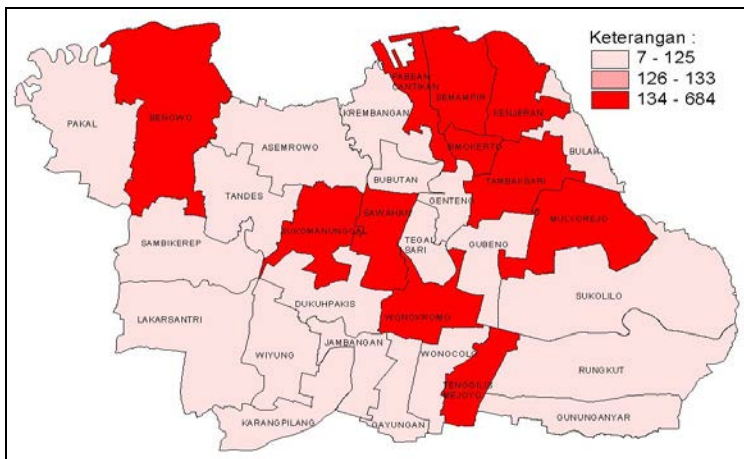
Kecamatan yang memiliki persentase PHBS (X_5) persentase tertinggi adalah Kecamatan Gunung Anyar sebesar 91,61 dan persentase terendah adalah Kecamatan Wonokromo sebesar 34,26 persen. Sedangkan kecamatan yang memiliki persentase rumah sehat (X_6) tertinggi yaitu Kecamatan Gunung Anyar sebesar 100 persen dan terendah adalah Kecamatan Benowo sebesar 55,43 persen. Hal ini menunjukkan upaya pembangunan kesehatan di Kota Surabaya semakin baik dikarenakan adanya kecamatan yang mencapai batas maksimum yaitu sebesar 100 persen, namun perlu pengawasan lagi dikarenakan terdapat kecamatan memiliki persentase dibawah rata-rata.

Kota Surabaya merupakan kota metropolitan dengan jumlah penduduk yang besar, dimana kepadatan penduduk (X_4) tertinggi adalah Kecamatan Simokerto sebesar 31193,82 jiwa per km^2 dan terendah di Kecamatan Pakal sebesar 2189,6 jiwa per km^2 . Meskipun upaya pembangunan semakin baik, tidak terlepas dengan masih adanya rumah tangga miskin (X_7) dengan persentase tertinggi adalah Kecamatan Semampir sebesar 28 persen dan terendah yaitu Kecamatan Tenggiling Mejoyo sebesar 4,87 persen.

Pemetaan jumlah kasus pneumonia balita dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Surabaya tahun 2013 ditampilkan dalam bentuk peta tematik menggunakan *Arcview GIS 3.3*. Berikut adalah hasil pemetaan dari masing-masing variabel yang digunakan dalam penelitian.

a. Jumlah Kasus Pneumonia Balita (Y)

Data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah data *count*. Kota Surabaya merupakan salah satu kabupaten/kota di Jawa Timur yang memiliki jumlah kasus pneumonia. Jumlah Kasus pneumonia balita di Kota Surabaya Tahun 2013 sebanyak 4.665 kasus. Pemetaan kasus pneumonia balita di Jawa Timur Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.1



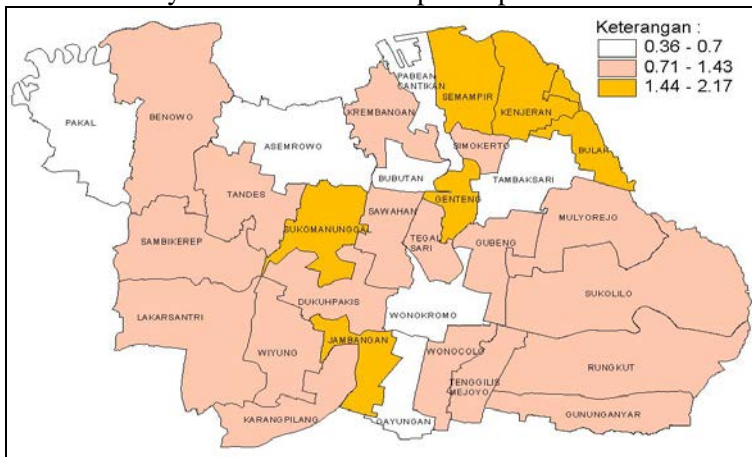
Gambar 4.1 Pemetaan Jumlah Kasus Pneumonia Balita

Gambar 4.1 menggambarkan bahwa kecamatan yang memiliki jumlah kasus pneumonia balita antara 134 sampai 684 kasus adalah Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Wonokromo, Sawahan, Sukomanunggal, Benowo, Mulyorejo, Tambaksari, Simokerto, Kenjeran, Semampir dan Pabean Cantikan. Dengan jumlah kasus tertinggi di Kecamatan Tambaksari, tingginya jumlah kasus dikarenakan kondisi kepadatan di kecamatan tersebut, dimana jumlah penduduk yang besar akan mendorong peningkatan jumlah populasi balita yang besar. Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan, sehingga

berdampak munculnya masalah kesehatan khususnya bagi balita yaitu pneumonia.

b. Persentase Balita Gizi Buruk (X_1)

Gizi buruk adalah keadaan kurang zat gizi tingkat berat yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi dan protein dalam waktu cukup lama yang ditandai dengan berat badan menurut umur (BB/U) yang berada pada < -2 SD sampai ≥ -3 SD tabel baku WHO-NHCS (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011). Gambaran mengenai kondisi persentase balita gizi buruk di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.2



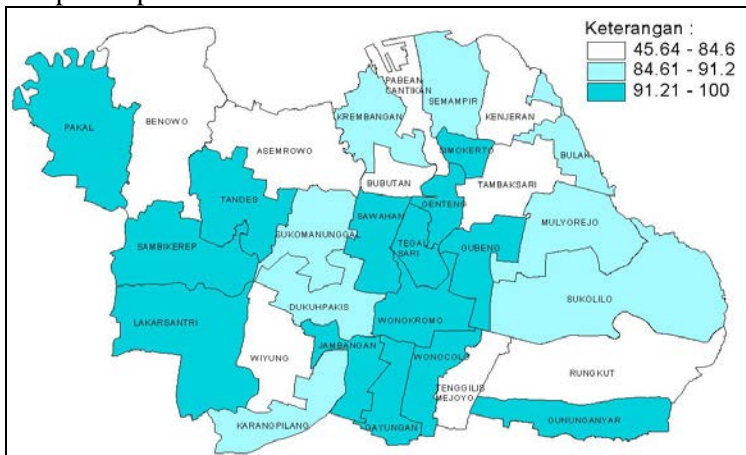
Gambar 4.2 Pemetaan Persentase Balita Gizi Buruk

Gambar 4.2 menggambarkan bahwa terdapat kecamatan memiliki balita gizi buruk antara 1,44 persen sampai 2,17 persen yaitu Kecamatan Jambangan, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Genteng, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Semampir dan Kecamatan Bulak. Dengan persentase balita gizi buruk tertinggi di Kecamatan Genteng yaitu 2,17 persen, hal ini menandakan rendahnya pemahaman orang tua terkait makanan sehat bagi balita dan tingginya persentase rumah tangga miskin di kecamatan tersebut (dapat dilihat pada Gambar 4.8), dimana

kondisi kemiskinan membuat asupan bagi balita tidak dapat terpenuhi.

c. Persentase Balita yang Mendapatkan Suplementasi Vitamin A Dua Kali (X_2)

Balita mendapat kapsul vitamin A dosis tinggi 200 μ A 2 kali per tahun dengan pemberian vitamin A dilaksanakan pada bulan Februari dan Agustus (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011). Pemetaan mengenai gambaran balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.3.



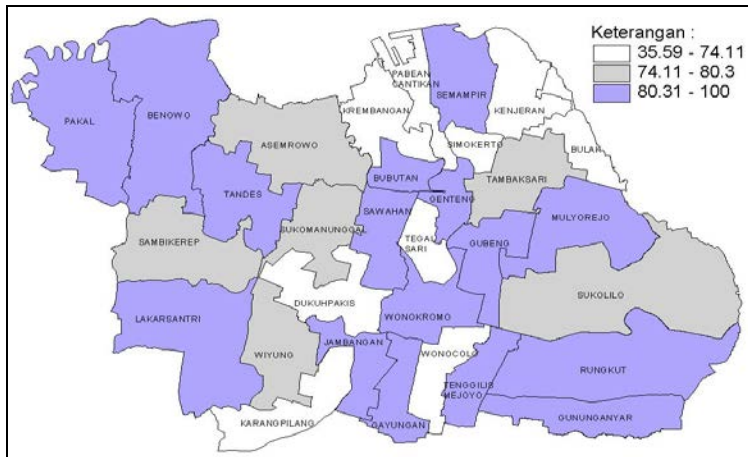
Gambar 4.3 Pemetaan Persentase Suplementasi Vitamin A 2x

Gambar 4.3 menggambarkan bahwa terdapat kecamatan memiliki persentase rendah sebesar 45,64 persen sampai 84,6 persen antara lain Kecamatan Benowo, Asemrowo, Tenggilis Mejoyo, Wiyung, Rungkut, Bubutan, Tambaksari, Pabean Cantikan dan Kenjeran. Hal ini perlu diperhatikan dikarenakan pemberian vitamin A dua kali dapat membuat balita tidak mudah terserang penyakit.

d. Persentase Cakupan Pelayanan Balita (X_3)

Cakupan pelayanan balita adalah balita memperoleh pelayanan pemantauan pertumbuhan minimal 8 kali pada kurun

waktu tertentu. Pemantauan pertumbuhan yaitu pengukuran berat badan tertinggi/panjang badan (BB/TB), ditingkat masyarakat pemantauan pertumbuhan adalah pengukuran berat badan per umur (BB/U) setiap bulan di Posyandu (Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI, 2011). Gambaran mengenai persentase cakupan pelayanan balita di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.4.



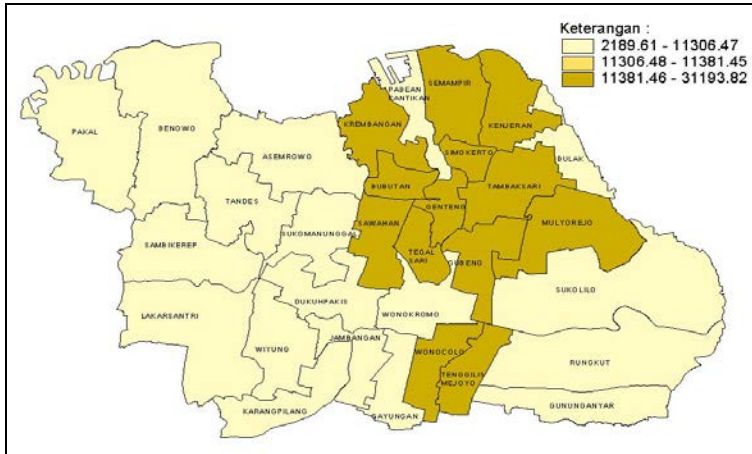
Gambar 4.4 Pemetaan Persentase Cakupan Pelayanan Balita

Gambar 4.4 menggambarkan bahwa terdapat 16 kecamatan yang termasuk dalam 80,31 persen sampai 100 persen, berarti ini menunjukkan kondisi yang baik dikarenakan banyaknya balita yang ikut serta dalam pelayanan balita. Namun terdapat kecamatan dengan persentase 35,59 persen, hal ini menunjukkan tingkat kesadaran megikutsertakan balita dalam pelayanan balita masih kurang dikarenakan kurangnya informasi mengetahui pentingnya pelayanan kesehatan bagi balita.

e. Kepadatan Penduduk (X_4)

Kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah memunculkan area yang sifatnya kumuh tidak beraturan, sehingga berdampak munculnya masalah kesehatan khususnya bagi balita yaitu pneumonia. Pemetaan mengenai gambaran

kepadatan penduduk di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.5.

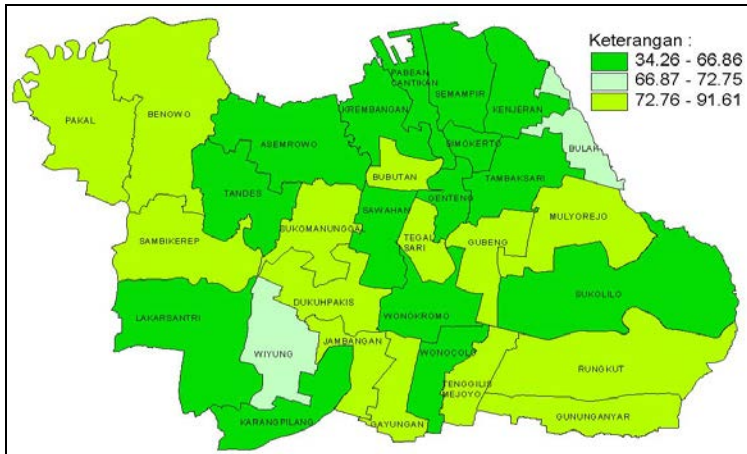


Gambar 4.5 Pemetaan Kepadatan Penduduk

Gambar 4.5 menginformasikan bahwa kecamatan yang memiliki kepadatan penduduk tinggi sebesar 11381,46 sampai 31193,82 adalah Kecamatan Semampir, Kenjeran, Simokerto, Tambaksari, Mulyorejo, Gubeng, Tegalsari, Sawahan, Bubutan, Krembangan dan Genteng. Kondisi penduduk perlu diperhatikan dikarenakan kepadatan penduduk yang tidak seimbang dengan luas wilayah akan memunculkan area yang sifatnya kumuh, sehingga berdampak munculnya masalah kesehatan.

f. Persentase Rumah Tangga ber-PHBS (X_5)

Kondisi lingkungan yang baik dan dilaksanakannya perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) mencegah berkembangnya vektor penyakit. Gambaran kondisi PHBS di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pemetaan Persentase PHBS

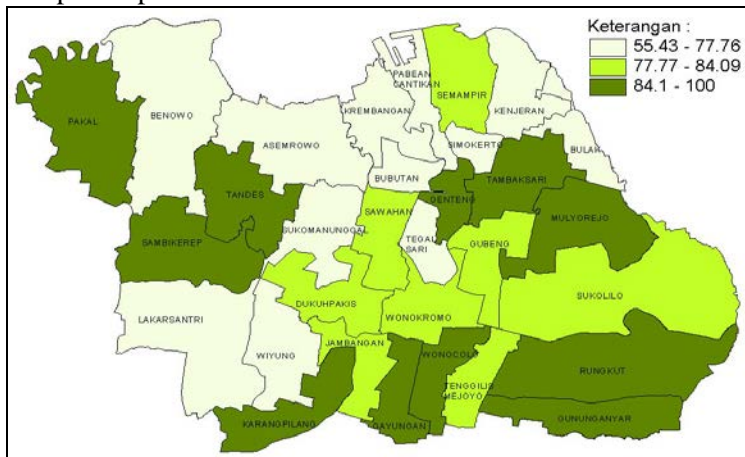
Hal yang menjadi masalah adalah ketika terdapat kecamatan dengan kondisi rumah tangga ber-PHBS rendah, terlihat dari Gambar 4.6 menunjukkan bahwa terdapat 15 kecamatan dalam kondisi PHBS antara 34,26 persen sampai 66,86 persen yaitu kecamatan yang digambarkan dengan warna hijau tua. Hal ini menunjukkan bahwa di wilayah tersebut masih banyak rumah tangga kurang sadar dalam melaksanakan 10 indikator PHBS, sehingga dapat berdampak berkembangnya vektor penyakit khususnya penyakit yang menyerang balita.

Sedangkan kecamatan yang memiliki persentase PHBS antara 72,76 persen sampai 91,61 persen menandakan bahwa mayoritas rumah tangga di wilayah yang masuk dalam kategori tersebut sudah melaksanakan 10 indikator PHBS.

g. Persentase Rumah Sehat (X_6)

Rumah sehat adalah bangunan rumah tinggal yang memenuhi syarat kesehatan yaitu rumah yang memiliki jamban sehat, sarana air bersih, tempat pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi rumah yang baik, kepadatan hunian rumah yang sesuai dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah. Gambaran

kondisi kepemilikan rumah sehat di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.7.



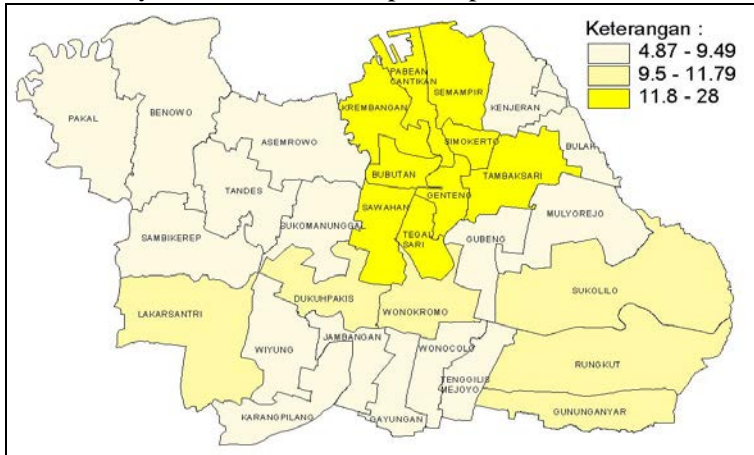
Gambar 4.7 Pemetaan Persentase Rumah Sehat

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa 12 kecamatan memiliki rumah sehat antara 55,43 persen sampai 77,76 persen yaitu Kecamatan Benowo, Kecamatan Asem Rowo, Kecamatan Sukomanunggal, Kecamatan Krembangan, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Tegalsari, Kecamatan Pabean Cantikan, Kecamatan Kenjeran, Kecamatan Lakarsantri, Kecamatan Bulak Kecamatan Lakarsantri dan Kecamatan Wiyung, hal ini menunjukkan bahwa di wilayah tersebut masih banyak rumah belum memenuhi status kriteria rumah sehat.

h. Persentase Rumah Tangga Miskin (X_7)

Badan Pusat Statistika (BPS) menetapkan kemiskinan di Indonesia terdiri dari 14 indikator, yaitu luas lantai rumah, jenis lantai rumah, jenis dinding rumah, fasilitas buang air besar, sumber air minum, penerangan yang digunakan, bahan bakar yang digunakan, frekuensi makan dalam sehari, kebiasaan membeli daging/ayam/susu, kemampuan membeli pakaian, kemampuan berobat ke puskesmas, lapangan pekerjaan kepala rumah tangga, dan pendidikan kepala rumah tangga, serta

kepemilikan aset. Pemetaan persentase rumah tangga miskin di Kota Surabaya Tahun 2013 ditampilkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pemetaan Persentase Rumah Tangga Miskin

Gambar 4.8 menunjukkan terdapat 9 kecamatan yaitu Kecamatan Tegal Sari, Kecamatan Genteng, Kecamatan Bubutan, Kecamatan Tambaksari, Kecamatan Simokerto, Kecamatan Semampir, Kecamatan Pabean Cantikan dan Kecamatan Krembangan memiliki rumah tangga miskin sebesar 11,80 persen sampai 28 persen, hal ini menunjukkan masih terdapat rumah tangga yang kurang dapat memenuhi kebutuhan sesuai standar yang ditentukan oleh BPS. Kondisi rumah tangga miskin yang tinggi menjadikan kebutuhan balita kurang bisa terpenuhi sehingga membuat balita mudah terserang penyakit. Terdapat 6 kecamatan memiliki rumah tangga miskin antara 9,5 persen sampai 11,79 persen dan 16 kecamatan memiliki rumah tangga miskin antara 4,87 persen sampai 11,8 persen.

4.1.2 Pemeriksaan Multikolinearitas

Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam pembentukan model regresi adalah tidak terdapat kasus multikolinearitas. Pendeteksian kasus multikolinearitas dilakukan

dengan kriteria nilai VIF. Berikut merupakan nilai VIF masing-masing variabel prediktor.

Tabel 4.2 Nilai VIF

Variabel	VIF	Variabel	VIF
X_1	1,059	X_5	1,211
X_2	1,755	X_6	1,837
X_3	1,125	X_7	1,565
X_4	1,402		

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa tidak terdapat kasus multikolinearitas, dikarenakan nilai VIF dari semua variabel prediktor kurang dari 10.

Tabel 4.3 Matriks Korelasi antar Variabel Prediktor

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_2	-0,038					
X_3	-0,028	-0,081				
X_4	0,134	0,146	-0,121			
X_5	-0,002	-0,040	0,292	-0,045		
X_6	-0,169	0,607	0,086	-0,071	0,13	
X_7	0,165	0,046	-0,185	0,501	-0,298	-0,217

Berdasarkan Tabel 4.3 didapatkan nilai korelasi *pearson* (r_{ij}) bernilai positif, hal ini menunjukkan adanya hubungan berbanding lurus pada dua variabel. Sedangkan jika bernilai negatif, hal ini menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Selain itu dapat diketahui bahwa antar variabel prediktor menghasilkan nilai korelasi *pearson* (r_{ij}) tidak mendekati 1, hal ini menunjukkan bahwa kedua variabel tidak memiliki hubungan yang erat.

4.1.3 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan Regresi Poisson

Setelah dilakukan pemeriksaan multikolinearitas dan diperoleh hasil bahwa tidak terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor, maka dapat dilanjutkan pada langkah

selanjutnya yaitu analisis regresi poisson. Data jumlah kasus pneumonia balita merupakan data *count* sehingga metode yang sesuai adalah regresi poisson. Berikut adalah hasil estimasi parameter model regresi poisson.

Tabel 4.4 Estimasi Parameter Model Regresi Poisson

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z_{hitung}
β_0	8,136519	0,211189	38,52721
β_1	0,400273	0,031767	12,60021
β_2	-0,064560	0,002076	-31,09920
β_3	0,011696	0,001249	9,366977
β_4	0,000118	0,000003	43,11707
β_5	-0,034930	0,001472	-23,72680
β_6	0,026463	0,002619	10,10314
β_7	-0,038830	0,003314	-11,7169
Devians : 1711,4			
AIC : 1727,4			

^{*)} signifikan pada $\alpha=0,1$

Berikut adalah pembahasan pengujian parameter model secara serentak maupun parsial pada regresi poisson.

a. Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Serentak

Pengujian secara serentak bertujuan untuk mengetahui apakah secara serentak variabel prediktor memberikan pengaruh terhadap variabel respon. Berikut adalah hipotesis pengujian parameter secara serentak.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa dari hasil analisis diperoleh nilai devians sebesar 1711,4, hal ini berarti nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)}$ sebesar 12,017. Sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 yang artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

b. Pengujian Parameter Model Regresi Poisson Secara Parsial

Setelah dilakukan pengujian parameter secara serentak, maka langkah selanjutnya adalah pengujian parameter secara parsial

untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh terhadap model. Berikut adalah hipotesis pengujian secara parsial dalam model regresi poisson.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Pengujian ini menggunakan statistik uji $|Z_{hitung}|$ yang kemudian dibandingkan dengan Z_{tabel} , dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,1 maka nilai $Z_{(0,05)}$ sebesar 1,64. Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa $|Z_{hitung}|$ masing-masing parameter lebih dari $Z_{(0,05)}=1,64$, berarti keputusannya adalah tolak H_0 . Jadi semua variabel secara individu memberikan pengaruh terhadap model. Sehingga model regresi poisson sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(8,136519 + 0,400273X_1 - 0,06456X_2 + 0,011696X_3 + 0,000118X_4 - 0,034930X_5 + 0,026463X_6 - 0,038830X_7)$$

Dari model regresi poisson dapat diketahui bahwa setiap kenaikan satu persen balita gizi buruk (X_1), maka akan meningkatkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar $\exp(0,400273) = 1,5 \approx 2$ kasus dengan syarat semua variabel konstan, selain itu interpretasi yang sama untuk persentase cakupan pelayanan anak balita (X_3), kepadatan penduduk (X_4) dan persentase rumah sehat (X_6).

Jika persentase rumah tangga yang berperilaku PHBS (X_5) meningkat satu persen, maka rata-rata jumlah kasus pneumonia balita akan turun sebesar $\exp(0,034930) = 1,04 \approx 1$ kasus dengan syarat semua variabel konstan dan interpretasi yang sama untuk persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2) dan persentase rumah tangga miskin (X_7).

4.1.4 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GPR

Dalam regresi poisson terdapat asumsi yang harus terpenuhi yaitu rata-rata dan varians harus sama (*equidispersion*). Kondisi *equidispersion* sulit terpenuhi, pada umumnya sering terjadi kasus *overdispersion* atau *underdispersion*. Oleh karena

itu, dilakukan pemeriksaan *overdispersion*. Salah satu cara untuk mendeteksi kondisi *overdispersion* yaitu membagi nilai devians pada model regresi poisson dengan derajat bebasnya. Dikatakan *overdispersion* jika nilai devians dibagi derajat bebasnya menghasilkan nilai lebih dari 1, sedangkan dikatakan *underdispersion* jika nilai devians dibagi derajat bebasnya menghasilkan nilai kurang dari 1.

Dari pemodelan regresi poisson diperoleh nilai devians sebesar 1711,4 dengan derajat bebas adalah 7, sehingga nilai devians dibagi derajat bebas menghasilkan nilai lebih dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi *overdispersion*. Oleh karena itu, salah satu metode yang sesuai digunakan adalah *Generalized Poisson Regression* (GPR).

Tabel 4.5 Estimasi Parameter Model GPR

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z_{hitung}	P-value
β_0	3,8014	6,6045	0,58	0,5691
β_1	0,7159	1,2444	0,58	0,5692
β_2	- 0,06852	0,03479	-1,97	0,0579 ^{*)}
β_3	0,01776	0,01676	1,06	0,2975
β_4	0,000074	0,000041	1,82	0,0780 ^{*)}
β_5	- 0,01919	0,01413	-1,36	0,1844
β_6	0,05658	0,06699	0,84	0,4048
β_7	0,05648	0,1094	0,52	0,6092
θ	0,09421	0,01533	6,15	<0,0001
Devians : 344,1				
AIC : 362,1				

^{*)} signifikan pada $\alpha=0,1$

Berikut adalah pembahasan pengujian parameter model secara serentak maupun parsial pada GPR.

a. Pengujian Parameter Model GPR Secara Serentak

Hipotesis pengujian parameter secara serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_7 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa dari hasil analisis diperoleh nilai devians sebesar 344,1. Hal ini berarti nilai devians lebih

besar dari $\chi^2_{(0,1;7)}$ sebesar 12,017. Sehingga diperoleh keputusan tolak H_0 artinya minimal ada satu variabel yang berpengaruh terhadap model.

b. Pengujian Parameter Model GPR Secara Parsial

Hipotesis pengujian parameter secara parsial sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Parameter dikatakan berpengaruh jika nilai $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari $Z_{\alpha/2}$, dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,1 maka nilai $Z_{(0,05)}$ adalah 1,64. Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh adalah persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2) dan kepadatan penduduk (X_4) sehingga diperoleh model sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(3,8014 + 0,7159X_1 - 0,06852X_2 + 0,01776X_3 + 0,000074X_4 - 0,01919X_5 + 0,0558X_6 + 0,05648X_7)$$

4.1.5 Pengujian Aspek Data Spasial

Sebelum dilakukan pemodelan pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya menggunakan GWPR, maka terlebih dahulu dilakukan pengujian aspek data spasial. Pengujian aspek data spasial menggunakan uji *Morans'I* dan uji *Breusch-Pagan*. Dalam pengujian aspek data spasial menggunakan α sebesar 10%. Berikut adalah hasil pengujian aspek data spasial.

a. Uji Morans'I

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Berikut adalah hipotesis pengujian Morans'I.

$$H_0 : I = 0 \text{ (Tidak terdapat dependensi spasial)}$$

$$H_1 : I \neq 0 \text{ (Terdapat dependensi spasial)}$$

Hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 6, pengujian diperoleh *p-value* sebesar 0,000. Sehingga didapatkan kesimpulan

bahwa tolak H_0 karena *p-value* kurang dari α artinya terdapat dependensi spasial antar wilayah.

b. Uji *Breusch-Pagan*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat kekhasan pada setiap lokasi pengamatan, sehingga parameter regresi yang dihasilkan berbeda-beda secara spasial. Berikut adalah hipotesis pengujian *Breusch-Pagan*.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_{31}^2 = \sigma^2$ (Varians antar lokasi sama)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (Varians antar lokasi berbeda)

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai *BP test* sebesar 15,191 dan *p-value* sebesar 0,0336 (Lampiran 6). Jika nilai BP dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;7)}$ sebesar 12,017 maka nilai BP lebih besar dari nilai $\chi^2_{(0,1;7)}$, selain itu jika dilihat dari *p-value* maka nilai *p-value* kurang dari α . Sehingga dapat diperoleh kesimpulan tolak H_0 artinya minimal terdapat keragaman spasial antar wilayah.

Dari pengujian spasial pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya diperoleh hasil bahwa tidak terjadi dependensi spasial dan terdapat keragaman spasial antar wilayah, sehingga dapat dilanjutkan pada metode spasial *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR).

4.1.6 Pemodelan Jumlah Kasus Pneumonia Balita Menggunakan GWPR

Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan pemodelan GWPR adalah menentukan letak geografis masing-masing kecamatan di Kota Surabaya, menentukan *bandwith* optimum dilanjutkan menentukan jarak (d_{ij}) antar kecamatan menggunakan *software R* dapat dilihat pada Lampiran 7. Langkah selanjutnya menghitung matriks pembobot menggunakan *software R* dapat dilihat pada Lampiran 9. Pengujian parameter model GWPR sebagai berikut.

a. Pengujian Kesamaan Model GWPR dengan Regresi Poisson

Dilakukan untuk mengetahui kebaikan model GWPR dengan model regresi poisson. Uji kesamaan model dilakukan sebelum dilakukan uji parameter secara serentak maupun parsial. Uji kesamaan model dilakukan dengan hipotesis berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

Uji kesamaan model dilakukan menggunakan statistik uji F_{hitung} yang dibandingkan dengan nilai $F_{(\alpha; df_A; df_B)}$ dengan taraf signifikansi sebesar 10%. Berikut adalah tabel yang pengujian kesamaan model GWPR dengan regresi poisson.

Tabel 4.6 Uji Kesamaan Model

Model	Devians	DF	Devians/df	F_{hitung}
Global	1711,4	23,000	74,409	1,52
GWPR	248,576	5,086	48,878	

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 1,52 hal ini berarti nilai F_{hitung} kurang dari dari $F_{(0,1;23;5,086)}$ yaitu $(1,52 < 3,15)$. Sehingga diperoleh keputusan gagal tolak H_0 dikarenakan F_{hitung} kurang dari dari $F_{(0,1;23;5,086)}$. Hal ini berarti bahwa tidak terdapat perbedaan antara model regresi poisson dengan model GWPR.

b. Pengujian Parameter Model GWPR Secara Serentak

Dilakukan untuk mengetahui apakah variabel berpengaruh terhadap model dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1(u_1, v_1) = \beta_2(u_1, v_1) = \dots = \beta_j(u_i, v_i) = 0 ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq 0 ; i=1,2,\dots,31; j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *GWR 4* didapatkan nilai devians sebesar 248,576 (Lampiran 10). Nilai devians tersebut dibandingkan dengan nilai $\chi^2_{(0,1;7)}$ sebesar 12,017. Sehingga tolak H_0 dikarenakan nilai devians lebih besar dari $\chi^2_{(0,1;7)}$. Hal ini menunjukkan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap model.

c. Pengujian Parameter Model GWPR Secara Parsial

Dilakukan untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap model dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_i, v_i) \neq 0; j=1,2,\dots,7$$

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter dengan *GWR 4* diperoleh variabel yang berpengaruh untuk tiap kecamatan berbeda-beda. Hasil estimasi GWPR dapat dilihat pada Lampiran 11 sampai Lampiran 14. Variabel dikatakan signifikan terhadap model jika $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari $Z_{(0,05)}$, dengan nilai $Z_{(0,05)}$ yaitu 1,64. Berikut ini merupakan variabel yang signifikan di setiap kecamatan.

Tabel 4.7 Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan

Kecamatan	Variabel yang Signifikan
Sukomanunggal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Tandes	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Asemrowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Benowo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Pakal	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$
Lakarsantri	X_2, X_3, X_4, X_5, X_7
Sambikerep	X_2, X_3, X_4, X_5, X_6
Genteng	X_2, X_3, X_4, X_5, X_6
Tegalsari	$X_1, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Bubutan	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Simokerto	X_2, X_3, X_5, X_6
Pabean Cantikan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Semampir	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$
Krembangan	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Bulak	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Kenjeran	$X_1, X_2, X_4, X_5, X_6, X_7$
Tambaksari	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Gubeng	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Rungkut	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Tenggilis	$X_1, X_2, X_3, X_5, X_6, X_7$
Gunung Anyar	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Sukolilo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
Mulyorejo	$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$

Tabel 4.8 Variabel yang Signifikan di Tiap Kecamatan (Lanjutan)

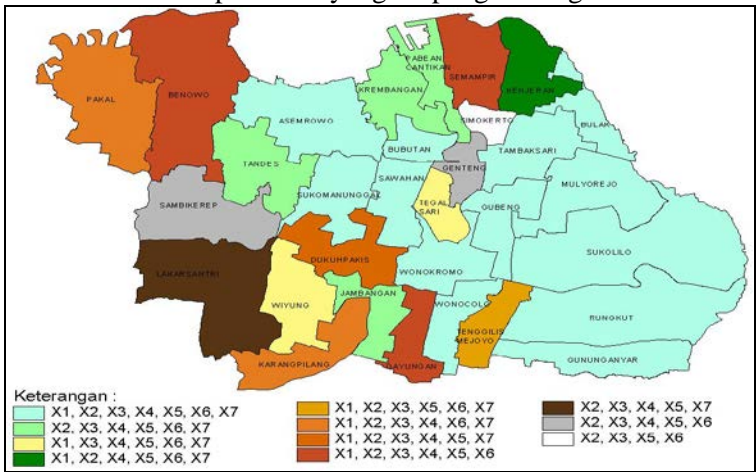
Kecamatan	Variabel yang Signifikan
Sawahan	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
Wonokromo	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
Karangpilang	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₆ , X ₇
Dukuh Pakis	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₇
Wiyung	X ₁ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
Gayungan	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆
Wonocolo	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
Jambangan	X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇

Pengelompokkan kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan kesamaan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus pneumonia balita dapat dilihat dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengelompokkan Kecamatan Berdasarkan Kesamaan Variabel yang Signifikan

Kel.	Kecamatan	Variabel yang Signifikan
1	Wonocolo, Gunung Anyar, Rungkut, Sukolilo, Mulyorejo, Gubeng, Wonokromo, Sukomanunggal, Sawahan, Tambaksari, Bulak, Bubutan, dan Asemrowo	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
2	Jambangan, Tandes, Pabean Cantikan dan Krembangan	X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
3	Wiyung dan Tegalsari	X ₁ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
4	Kenjeran	X ₁ , X ₂ , X ₄ , X ₅ , X ₆ , X ₇
5	Tenggilis Mejoyo	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₅ , X ₆ , X ₇
6	Karangpilang dan Pakal	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₆ , X ₇
7	Dukuh Pakis	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₇
8	Gayungan, Semampir dan Benowo	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆
9	Lakarsantri	X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₇
10	Sambikerep dan Genteng	X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , X ₆
11	Simokerto	X ₂ , X ₃ , X ₅ , X ₆

Pemetaan wilayah kecamatan di Kota Surabaya berdasarkan kesamaan variabel prediktor yang berpengaruh signifikan.



Gambar 4.9 Pengelompokan Kecamatan di Kota Surabaya
Sebagai contoh akan ditampilkan pengujian parameter pada wilayah ke – 24 (u_{24}, v_{24}) yaitu Kecamatan Simokerto.

Tabel 4.10 Estimasi Parameter Model GWPR di Kecamatan Simokerto

Parameter	Estimasi	Standart Error	Z_{hitung}
β_0	7,610959	0,776669	9,799491 ^{*)}
β_1	0,044173	0,036152	1,221897
β_2	- 0,09188	0,004905	- 18,733100 ^{*)}
β_3	- 0,04432	0,005078	- 8,727860 ^{*)}
β_4	0,000011	0,000009	1,345243
β_5	- 0,02503	0,003885	- 6,442390 ^{*)}
β_6	0,129105	0,010271	12,569930 ^{*)}
β_7	0,0032	0,004416	0,724609

^{*)} signifikan pada $\alpha=0,1$

Variabel dikatakan signifikan terhadap model jika $|Z_{hitung}|$ lebih besar dari 1,64 sehingga dapat diketahui bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di Kecamatan Simokerto adalah persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A 2 kali (X_2), persentase cakupan pelayanan anak balita (X_3), persentase PHBS (X_5) dan persentase rumah sehat (X_6) maka model yang terbentuk sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(7,61059 + 0,44173X_1 - 0,09188X_2 - 0,04432X_3 + 0,00001X_4 - 0,02503X_5 + 0,129105X_6 + 0,032X_7)$$

Dari model dapat diketahui jika persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali (X_2) meningkat satu persen, maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar $\exp(0,09188) = 1,09 \approx 1$ kasus dengan syarat semua variabel konstan. Namun jika persentase cakupan pelayanan anak balita (X_3) meningkat satu persen, maka rata-rata jumlah kasus pneumonia balita akan turun sebesar $\exp(0,04423) = 1,045 \approx 1$ kasus dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini sesuai dikarenakan apabila balita mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali dan melakukan cakupan pelayanan anak balita maka kondisi balita akan terpantau kesehatannya serta dengan suplementasi vitamin A maka kekebalan tubuh balita semakin kuat sehingga tidak mudah terserang penyakit khususnya pneumonia.

Setiap penambahan 1 persen rumah tangga yang berperilaku PHBS (X_5), maka akan menurunkan rata-rata jumlah kasus pneumonia balita sebesar $\exp(0,02503) = 1,03 \approx 1$ kasus dengan syarat semua variabel konstan. Hal ini sesuai dikarenakan dengan semakin banyak rumah tangga yang menjalankan perilaku hidup bersih dan sehat maka akan berdampak pada kondisi lingkungan tempat tinggal, sehingga para balita yang tinggal di wilayah dengan kondisi lingkungan bersih dan sehat tidak mudah terserang penyakit khususnya penyakit pneumonia.

Untuk mengetahui model mana yang lebih sesuai untuk menggambarkan kasus pneumonia balita di Kota Surabaya tahun 2013, maka dilakukan perbandingan antara model regresi poisson, *Generalized Poisson Regression* dan GWPR dengan Kriteria AIC. Model yang terbaik adalah menghasilkan nilai AIC terkecil. Berikut adalah hasil nilai AIC dari masing-masing model.

Tabel 4.11 Perbandingan Nilai AIC

Model	AIC
Regresi Poisson	1727,4
<i>Generalized Poisson Regression</i>	362,1
GWPR	297,23

Tabel 4.11 memberikan kesimpulan bahwa model yang sesuai untuk pemodelan jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya adalah model GWPR, dikarenakan nilai AIC yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan model lainnya. Sehingga untuk analisis *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* maka yang digunakan adalah hasil dari pemodelan GWPR.

4.2 Pendeteksian Kantong Pneumonia Balita Menggunakan Metode *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic*

Dengan adanya informasi tentang *hotspot* atau kantong pneumonia balita maka dapat diketahui wilayah yang memerlukan perhatian khusus dan prioritas utama dalam upaya menangani masalah kasus pneumonia balita. *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mendeteksi kantong atau *hotspot*, dimana dalam penelitian ini wilayah yang terdeteksi sebagai kantong atau *hotspot* disebut sebagai daerah kantong pneumonia balita.

Hasil pendeteksian kantong pneumonia balita dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.11. Jumlah kecamatan setiap kantong dibatasi 15 kecamatan yang berbatasan dan jarak terdekat, serta termasuk desa awal. Pengujian tingkat signifikansi dilakukan dengan teknik simulasi monte carlo dimana pengulangan sebanyak 99, 999 dan 9999 menghasilkan kesimpulan yang sama baik dari sisi jumlah kantong pneumonia balita yang dideteksi maupun resiko relatifnya. Perbedaan hasil hanya pada keakuratan *p-value*. Hasil lengkap untuk pengulangan sebanyak 99 dan 999 dapat dilihat pada Lampiran 18 – 20. Berikut adalah hasil pengujian tingkat signifikansi dengan pengulangan sebanyak 9999.

Tabel 4.12 Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita

Kantong Pneumonia Balita	Jumlah Kec.	Jumlah Kasus	Harapan	Resiko Relatif	P-value
1	1	210	90,33	2,32	0,0001
2	1	188	104,41	1,80	0,0001
3	8	2318	1334,68	1,74	0,0001
4	1	93	53,6546	1,73	0,0019

Keterangan :

Kantong Pneumonia : Kumpulan satu atau beberapa kecamatan Balita yang membentuk *hotspot* atau kantong pneumonia balita.

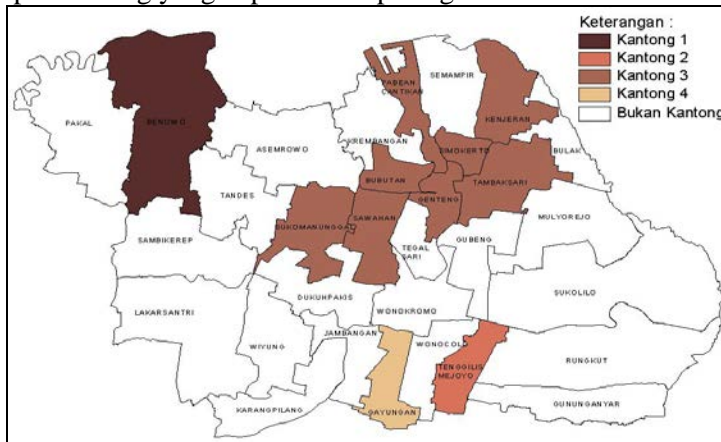
Jumlah Kec. : Jumlah kecamatan dalam satu kantong.

Jumlah Kasus : Jumlah total kasus pneumonia balita dalam satu kantong.

Harapan : Jumlah kasus pneumonia balita yang diharapkan dalam satu kantong.

Resiko Relatif : Nilai resiko relatif di dalam kantong pneumonia balita dibanding nilai resiko relatif di luar kantong, dimana didapatkan dari jumlah kasus dibagi dengan harapan.

Deteksi kasus pneumonia balita di Kota Surabaya menghasilkan empat kantong yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.10 Peta Hasil Deteksi Kantong Pneumonia Balita

Berdasarkan Tabel 4.12 dan Gambar 4.10 diperoleh empat kantong pneumonia balita di Kota Surabaya dengan keterangan untuk setiap kantong sebagai berikut :

1. Kantong pneumonia balita 1 terdiri atas 1 kecamatan yaitu Kecamatan Benowo. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada dalam kantong 1 memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1.
2. Kantong pneumonia balita 2 terdiri atas 1 kecamatan yaitu Kecamatan Tenggilis Mejoyo. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2.
3. Kantong pneumonia balita 3 terdiri atas 8 kecamatan yaitu Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada di dalam kantong memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3.
4. Kantong pneumonia balita 4 terdiri atas 1 kecamatan yaitu Kecamatan Gayungan. Dilihat dari nilai resiko relatif maka kecamatan yang berada di dalam kantong memiliki resiko ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4.
5. Kecamatan yang berwarna putih merupakan wilayah yang tidak termasuk dalam kantong kasus pneumonia balita, artinya terdapat 20 kecamatan yang memiliki resiko kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil pemodelan GWPR diperoleh bahwa variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kasus pneumonia balita di tiap kecamatan berbeda-beda, berdasarkan kesamaan variabel yang berpengaruh di tiap kecamatan didapatkan pengelompokan sebanyak 11 kelompok.
2. Hasil deteksi *hotspot* atau kantong pneumonia balita menggunakan *Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic* memberikan informasi bahwa terdapat empat kantong pneumonia balita yang menunjukkan bahwa kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko tinggi ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita. Dimana kantong 1 terdiri atas Kecamatan Benowo yang memiliki nilai resiko 2,32 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 1. Kantong 2 terdiri atas Kecamatan Tenggilis Mejoyo yang memiliki nilai resiko 1,80 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 2. Sedangkan kantong 3 terdiri atas Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Kenjeran, Tambaksari dan Sawahan yang memiliki nilai resiko 1,74 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 3 dan kantong 4 terdiri atas Kecamatan Gayungan yang memiliki resiko 1,73 kali lebih besar daripada kecamatan di luar kantong 4. Serta 20 kecamatan lainnya memiliki resiko kecil ditemukannya jumlah kasus pneumonia balita.

5.2 Saran

Dengan memperhatikan kesimpulan yang diperoleh, maka terdapat beberapa hal yang dapat disarankan antara lain sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya hasil pemodelan bisa dilanjutkan dengan metode *Geographically Weighted Generalized Poisson Regression* (GWGPR) dikarenakan terjadi kasus *overdispersion* dan terdapat aspek spasial pada data jumlah kasus pneumonia balita di Kota Surabaya.
2. Bagi Dinas Kesehatan Kota Surabaya sebaiknya memberikan arahan kepada masyarakat mengenai variabel yang berpengaruh terhadap kasus pneumonia balita di masing-masing kecamatan sehingga dapat mengurangi jumlah kejadian kasus pneumonia balita di tiap-tiap kecamatan. Selain itu Dinas Kesehatan Kota Surabaya perlu memprioritaskan kecamatan yang berada dalam kantong-kantong kasus pneumonia balita dikarenakan kecamatan yang berada dalam kantong memiliki resiko lebih besar ditemukannya kasus pneumonia balita dibandingkan kecamatan yang berada di luar kantong.

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Assriyanti, N. (2011). *Perbandingan Analisis Regresi Poisson, Generalized Poisson Regression dan Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus: Pemodelan Jumlah Kasus Aids Di Jawa Timur Tahun 2008)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aulele, S. N. (2010). *Model Geographically Weighted Poisson Regression (Studi Kasus : Jumlah Kematian Ibu di Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah Tahun 2007)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Barus, B. dan Wiradisastra U.S. (2000). *Sistem Informasi Geografi; Sarana Manajemen Sumberdaya*. Bogor: Laboratorium Pengindraan Jauh dan Kartografi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB.
- Cameron, A. C., & Trivedi, P. K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Departemen Kesehatan RI. (2002). *Pedoman Program Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Untuk Penanggulangan Pneumonia Pada Balita*. Jakarta: Penerbit Mutiara.
- Departemen Kesehatan RI. (2006). *Pedoman Pengendalian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut*. Jakarta : Depkes RI.
- Drapher, N., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta : Gramedia.
- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa timur.

- Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2014). *Profil Kesehatan Jawa Timur Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur.
- Famoye, F., Wulu, J. T., & Singh, K. P. (2004). On The Generalizes Poisson Regression Model with an Application to Accident Data. *Journal of Data Science* 2 , 287-295.
- Fotheringham, A.S., Brundson, C., dan Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression*. The Analysis Of Spatially Varying Relationship. England : John Wiley & Sons Ltd.
- Haran. M., Molineros J., & Patil, G.P. (2006). Large Scale Plant Disease Forecasting. *Technical Report Number 2006-0530. Presented at the 7th Annual International Conference on Digital Government Research*.
- Hasibuan, L.S. (2008). *Pola Spasial Kemiskinan di Indramayu*, Tesis Jurusan Statistika IPB. Bogor : IPB.
- Hockenberry, M.J., & Wilson, D. (2009) *Wong's essentials of pediatric nursing (8th edition)*. St. Louis Missouri : Elsevier Mosby.
- Hocking, R. (1996). *Methods and Applications of Linear Models*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Kementerian Kesehatan RI. (2014). *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kuldorff, M. (1997). *A Spatial Scan Statistic*. *Communication In Statistics Theory And Method*, 26(6),1481-1496.
- Kusumawati, N. Y. (2013). *Pengelompokkan Kabupaten/Kota di Jawa Timur Berdasarkan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pneumonia Pada Balita*. Surabaya: ITS.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models Second Edition*. London: Chapman & Hall.
- Myers, R. (1990). *Classical and Modern Regression With Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.

- Nakaya T., Fotheringham A.S. dan Brudson C. (2005). *Geographically Weighted Poisson Regression for Disease Association Mapping*. *Statistics in Medicine* 2005 , 24:2695-2717.
- Patil, G.P. & Taillie C. (2003). Upper Level Set Scan Statistic For Detecting Arbitarily Shaped Hotspots. *Enviromental and Ecological Statistics, Volume : 11 : 183-197*.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI. (2006). *Glosarium Data dan Informasi Kesehatan*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI.
- Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI. (2011). *Petunjuk Teknis Penyusunan Profil Kesehatan Kabupaten/Kota*. Jakarta : Pusat Data dan Informasi Departemen Kesehatan RI.
- Qomariyah, N. (2014). *Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Pendekatan GWPR Ditinjau Dari Segi Fasilitas Kesehatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H. (2008). *Epidemiology and etiology of childhood pneumonia*. *Bull World Health Organ* 2008, 86 (5): 408-416.
- Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia Pada Balita di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographycally Weighted Regression (GWR)*. Surabaya: ITS.
- Tango, T. dan Takahashi, K. (2005) *A Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic For Detecting Clusters*. *International Journal of Health Geographics*, Volume: 4 :11.
- Yuwono, T. A. (2008). *Faktor-Faktor Lingkungan Fisik Rumah yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia Pada Anak Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Kawunganten Kabupaten Cilacap*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- WHO. (2010). *Pneumonia*. <http://www.who.int/mediacentre> [diakses pada 19 Maret 2015].

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013

No.	Kecamatan	U	V	Y	X_1	X_2
1	Karangpilang	-7,332	112,686	52	0,76	90,50
2	Jambangan	-7,324	112,716	41	1,61	91,69
3	Gayungan	-7,328	112,727	95	0,52	97,11
4	Wonocolo	-7,325	112,744	19	1,00	97,41
5	Tenggilis	-7,324	112,756	190	1,15	71,26
6	Gunung Anyar	-7,339	112,789	7	0,96	96,20
7	Rungkut	-7,317	112,802	10	0,71	80,91
8	Sukolilo	-7,291	112,804	47	0,91	88,14
9	Mulyorejo	-7,269	112,793	146	1,33	88,31
10	Gubeng	-7,265	112,752	22	0,86	94,98
11	Wonokromo	-7,294	112,738	135	0,50	95,41
12	Dukuh Pakis	-7,292	112,700	9	0,84	89,05
13	Wiyung	-7,309	112,693	30	1,33	80,79
14	Lakarsantri	-7,323	112,653	35	0,94	92,41
15	Sambikerep	-7,275	112,655	65	0,86	95,24
16	Tandes	-7,257	112,673	106	0,88	95,20
17	Sukomanunggal	-7,270	112,699	204	1,65	85,41
18	Sawahan	-7,274	112,721	450	1,27	94,73
19	Tegalsari	-7,274	112,737	22	0,78	98,58
20	Genteng	-7,260	112,743	92	2,17	100,00
21	Tambaksari	-7,251	112,769	684	0,36	82,63
22	Kenjeran	-7,216	112,772	579	1,84	79,89
23	Bulak	-7,232	112,789	26	2,05	89,32
24	Simokerto	-7,240	112,753	184	1,08	92,13
25	Semampir	-7,215	112,749	190	2,01	84,85
26	Pabean Cantikan	-7,222	112,733	221	0,69	81,58
27	Bubutan	-7,247	112,729	35	0,67	84,27
28	Krembangan	-7,227	112,724	36	1,04	89,32
29	Asemrowo	-7,239	112,689	40	0,55	71,81
30	Benowo	-7,229	112,647	212	1,12	45,64
31	Pakal	-7,232	112,614	7	0,51	100,00

Lampiran 2. Data Jumlah Kasus Pneumonia Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013 (Lanjutan)

No.	Kecamatan	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	Karangpilang	35,59	7996,53	58,03	90,94	7,26
2	Jambangan	85,18	11286,16	80,78	80,28	9,35
3	Gayungan	90,17	7168,53	88,33	96,00	5,79
4	Wonocolo	67,19	12059,59	48,47	92,85	6,53
5	Tenggilis	82,73	13370,65	86,75	82,90	4,87
6	Gunung Anyar	81,14	6515,86	91,61	100,00	9,75
7	Rungkut	86,56	5850,57	79,88	92,72	10,13
8	Sukolilo	76,36	5153,69	54,90	80,80	10,66
9	Mulyorejo	87,72	13923,67	83,69	89,87	7,17
10	Gubeng	95,91	16334,42	83,22	78,84	5,83
11	Wonokromo	82,67	9548,42	34,26	83,65	10,12
12	Dukuh Pakis	63,83	6583,60	73,30	78,00	10,41
13	Wiyung	75,23	5557,62	68,38	76,71	6,98
14	Lakarsantri	90,56	2934,50	65,43	74,68	10,28
15	Sambikerep	78,27	3326,19	87,06	90,40	9,40
16	Tandes	81,07	9484,19	65,87	85,72	7,39
17	Sukomanunggal	74,20	11102,49	79,03	71,03	6,80
18	Sawahan	94,39	20516,06	65,37	82,19	11,98
19	Tegalsari	60,29	20324,71	88,61	72,93	13,74
20	Genteng	98,34	11735,89	55,13	87,90	13,56
21	Tambaksari	79,63	23203,67	63,10	87,30	12,87
22	Kenjeran	53,73	19310,67	59,65	74,62	8,57
23	Bulak	52,39	6534,83	71,05	74,15	8,44
24	Simokerto	61,39	31193,82	66,76	77,29	24,41
25	Semampir	81,61	17605,94	63,41	80,01	28,00
26	Pabean Cantikan	55,80	10397,94	51,07	67,00	23,03
27	Bubutan	86,78	22287,82	79,33	72,14	12,52
28	Krembangan	72,34	13025,90	55,77	73,53	13,17
29	Asemrowo	76,36	2816,77	46,65	70,97	9,19
30	Benowo	100,00	2322,49	84,70	55,43	6,68
31	Pakal	85,90	2189,61	84,40	87,86	5,07

Keterangan :

- Y : Jumlah kasus Pneumonia Balita
- X_1 : Persentase balita gizi buruk
- X_2 : Persentase balita yang mendapatkan suplementasi vitamin A dua kali
- X_3 : Persentase cakupan pelayanan anak balita
- X_4 : Kepadatan penduduk
- X_5 : Persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS)
- X_6 : Persentase rumah sehat
- X_7 : Persentase rumah tangga miskin
- U : Lintang (*longitude*) kecamatan ke- i
- V : Bujur (*latitude*) kecamatan ke- i

Lampiran 3. Hasil *Output* Statistika Deskriptif

Descriptive Statistics: Y, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7

Variable	Mean	Variance	Minimum	Maximum
Y	128.7	27362.0	7.0	684.0
X1	1.0629	0.2342	0.3600	2.1700
X2	87.90	118.60	45.64	100.00
X3	77.20	223.81	35.59	100.00
X4	11344	51377464	2190	31194
X5	69.81	220.33	34.26	91.61
X6	80.93	90.74	55.43	100.00
X7	10.644	30.033	4.870	28.000

Lampiran 4. Pemeriksaan Multikolinearitas

Regression Analysis: Y versus X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7

The regression equation is

$$Y = 476 + 23.7 X1 - 7.81 X2 + 0.46 X3 + 0.0152 X4 - 2.88 X5 + 4.37 X6 - 4.39 X7$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	475.8	309.1	1.54	0.137	
X1	23.70	53.40	0.44	0.661	1.059
X2	-7.807	3.055	-2.56	0.018	1.755
X3	0.461	1.781	0.26	0.798	1.125
X4	0.015229	0.004148	3.67	0.001	1.402
X5	-2.878	1.862	-1.55	0.136	1.211
X6	4.366	3.573	1.22	0.234	1.837
X7	-4.394	5.733	-0.77	0.451	1.565

Lampiran 5. Hasil Analisis Regresi Poisson Menggunakan *GWR 4*

Global regression result

< Diagnostic information >

Number of parameters:	8
Deviance:	1711.406651
Classic AIC:	1727.406651
AICc:	1733.952105
BIC/MDL:	1738.878548
Percent deviance explained	0.642536

Variable	Estimate	Standard Error	z(Est/SE)	Exp(Est)

Intercept	8.136519	0.211189	38.527209	3417.001394
X1	0.400273	0.031767	12.600211	1.492232
X2	-0.064561	0.002076	-31.099160	0.937479
X3	0.011696	0.001249	9.366977	1.011765
X4	0.000118	0.000003	43.117067	1.000118
X5	-0.034934	0.001472	-23.726832	0.965669
X6	0.026463	0.002619	10.103138	1.026816
X7	-0.038830	0.003314	-11.716872	0.961914

Lampiran 6. Uji Dependensi Spasial Menggunakan *Software R*

Uji Morans'I :

\$observed

[1] 0.06151381

\$expected

[1] -0.03333333

\$sd

[1] 0.0208064

\$p.value

[1] 5.150642e-06

Uji Breusch-Pagan :

studentized Breusch-Pagan test

data: depen

BP = 15.191, df = 7, p-value = 0.03363

Lampiran 7. Hasil *Bandwith* Tiap Kecamatan di Kota Surabaya dengan Kernel *Adaptive Bisquare*

No.	Kecamatan	<i>Bandwith</i>
1	Karangpilang	0,1441570
2	Jambangan	0,1327963
3	Gayungan	0,1421729
4	Wonocolo	0,1530493
5	Tenggilis	0,1620459
6	Gunung Anyar	0,1977090
7	Rungkut	0,1981604
8	Sukolilo	0,1901868
9	Mulyorejo	0,1736570
10	Gubeng	0,1339995
11	Wonokromo	0,1308455
12	Dukuh Pakis	0,1066626
13	Wiyung	0,1227626
14	Lakarsantri	0,1625889
15	Sambikerep	0,1520029
16	Tandes	0,1422085
17	Sukomanunggal	0,1133512
18	Sawahan	0,1088797
19	Tegalsari	0,1214429
20	Genteng	0,1255677
21	Tambaksari	0,1504545
22	Kenjeran	0,1596757
23	Bulak	0,1716975
24	Simokerto	0,1365352
25	Semampir	0,1420482
26	Pabean Cantikan	0,1294594
27	Bubutan	0,1141903
28	Krembangan	0,1265619
29	Asemrowo	0,1402254
30	Benowo	0,1792198
31	Pakal	0,2059729

Lampiran 8. Jarak antar Kecamatan di Kota Surabaya

	1	2	...	29	30	31
1	0,000000	0,031048	...	0,093048	0,110136	0,123223
2	0,031048	0,000000	...	0,089185	0,117414	0,137361
3	0,041195	0,011705	...	0,096773	0,127283	0,148273
4	0,058421	0,028018	...	0,102083	0,136473	0,159841
5	0,070456	0,040000	...	0,108231	0,144589	0,169198
6	0,103238	0,074525	...	0,141421	0,179622	0,205119
7	0,116966	0,086284	...	0,137306	0,178239	0,206323
8	0,124920	0,093984	...	0,126210	0,168799	0,198950
9	0,124169	0,094626	...	0,108240	0,151380	0,182784
10	0,094048	0,069116	...	0,068154	0,111000	0,141891
11	0,064405	0,037202	...	0,073661	0,111830	0,138636
12	0,042379	0,035777	...	0,054129	0,082329	0,104862
13	0,024042	0,027459	...	0,070114	0,092282	0,110318
14	0,034205	0,063008	...	0,091389	0,094191	0,099005
15	0,064885	0,078243	...	0,049518	0,046690	0,059414
16	0,076118	0,079612	...	0,024083	0,038210	0,064078
17	0,063348	0,056613	...	0,032573	0,066219	0,093107
18	0,067742	0,050249	...	0,047424	0,086608	0,114948
19	0,077233	0,054231	...	0,059405	0,100623	0,129973
20	0,091831	0,069462	...	0,05794	0,100881	0,132004
21	0,115974	0,090211	...	0,080895	0,123968	0,156160
22	0,144402	0,121655	...	0,086128	0,125674	0,158808
23	0,143558	0,117444	...	0,100245	0,142032	0,175000
24	0,113811	0,091788	...	0,064008	0,106569	0,139230
25	0,132883	0,113886	...	0,064622	0,102956	0,136066
26	0,119620	0,103407	...	0,04717	0,086284	0,119419
27	0,095258	0,078090	...	0,040792	0,083952	0,115974
28	0,111665	0,097329	...	0,037000	0,077026	0,110114
29	0,093048	0,089185	...	0,000000	0,043174	0,075326
30	0,110136	0,117414	...	0,043174	0,000000	0,033136
31	0,123223	0,137361	...	0,075326	0,033136	0,000000

Lampiran 9. Matriks Pembobot Untuk Setiap Kecamatan di Kota Surabaya

	1	2	...	29	30	31
1	1,00000	0,909376	...	0,340325	0,173306	0,072544
2	0,893659	1,00000	...	0,301358	0,047634	0,00000
3	0,839138	0,98649	...	0,288033	0,039399	0,00000
4	0,72982	0,934098	...	0,308154	0,041975	0,00000
5	0,657655	0,881849	...	0,306809	0,041555	0,00000
6	0,529022	0,736015	...	0,238481	0,030485	0,00000
7	0,424576	0,656753	...	0,270279	0,036466	0,00000
8	0,32328	0,571232	...	0,313174	0,045059	0,00000
9	0,238865	0,494328	...	0,373928	0,05765	0,00000
10	0,257458	0,538696	...	0,549541	0,098481	0,00000
11	0,574136	0,844858	...	0,466586	0,072648	0,00000
12	0,709194	0,787641	...	0,551248	0,163403	0,001121
13	0,924766	0,902441	...	0,454011	0,189163	0,037045
14	0,91344	0,722196	...	0,467934	0,441409	0,39590
15	0,668776	0,540276	...	0,799013	0,820198	0,717779
16	0,50908	0,471418	...	0,943463	0,860824	0,635156
17	0,472887	0,563332	...	0,841664	0,433905	0,105814
18	0,375646	0,619379	...	0,656566	0,13488	0,00000
19	0,354679	0,640942	...	0,578694	0,098272	0,00000
20	0,216372	0,481617	...	0,619511	0,125705	0,00000
21	0,164697	0,410231	...	0,505393	0,103104	0,00000
22	0,033181	0,176001	...	0,502761	0,14481	0,000117
23	0,090551	0,283156	...	0,434446	0,09967	0,00000
24	0,093126	0,30037	...	0,608752	0,152709	0,00000
25	0,015594	0,1276	...	0,628911	0,225309	0,006798
26	0,021383	0,131032	...	0,752108	0,308892	0,022228
27	0,092483	0,283387	...	0,761059	0,211126	0,00000
28	0,049089	0,166954	...	0,836371	0,396399	0,059066
29	0,313246	0,354605	...	1,00000	0,819393	0,506147
30	0,38732	0,325805	...	0,887302	1,00000	0,932799
31	0,412288	0,308314	...	0,750402	0,948908	1,00000

Lampiran 10. Hasil Pengujian Model GWPR Menggunakan *Software GWR 4*

GWR (Geographically weighted regression) result

Diagnostic information

Effective number of parameters (model: trace(S)): 24.324724
 Effective number of parameters (variance: trace(S'WSW⁻¹)): 22.735124
 Degree of freedom (model: n - trace(S)): 6.675276
 Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'WSW⁻¹)): 5.085676
 Deviance: 248.576159
 Classic AIC: 297.225607
 AICc: 514.313518
 BIC/MDL: 332.106950
 Percent deviance explained 0.948080

<< Geographically varying (Local) coefficients >>

Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.

Listwise output file: D:\HASIL_listwise.csv

Summary statistics for varying (Local) coefficients

Variable	Mean	STD

Intercept	4.116826	6.083139
X1	0.128610	0.808532
X2	-0.029494	0.130074
X3	0.033735	0.064351
X4	0.000127	0.000070
X5	-0.036322	0.032307
X6	0.013371	0.151256
X7	-0.048956	0.219819

Variable	Min	Max	Range
Intercept	-20.455176	13.242360	33.697536
X1	-2.720263	1.348989	4.069252
X2	-0.179391	0.604256	0.783646
X3	-0.063834	0.335789	0.399623
X4	0.000009	0.000286	0.000278
X5	-0.128761	0.020085	0.148846
X6	-0.731009	0.227860	0.958869
X7	-0.554073	0.619604	1.173677

Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile
Intercept	1.890482	6.288005	7.331527
X1	-0.383098	0.062162	0.788970
X2	-0.092225	-0.062327	0.014056
X3	0.010805	0.019216	0.058614
X4	0.000077	0.000142	0.000186
X5	-0.059512	-0.031910	-0.017386
X6	0.011303	0.040439	0.063379
X7	-0.108403	-0.036520	0.033637

Variable	Interquartile R	Robust STD
Intercept	5.441046	4.033392
X1	1.172069	0.868843
X2	0.106281	0.078785
X3	0.047809	0.035440
X4	0.000109	0.000081
X5	0.042126	0.031228
X6	0.052075	0.038603
X7	0.142040	0.105293

(Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349))

GWR Analysis of Deviance Table

Source	Deviance	DOF	Deviance/DOF
Global model	1711.407	23.000	74.409
GWR model	248.576	5.086	48.878
Difference	1462.830	17.914	81.657

Lampiran 11. Estimasi Parameter Model GWPR

No.	Est. β_0	SE β_0	Z_{hitung}	Est. β_1	SE β_1	Z_{hitung}
1	6,701326	0,796879	8,409467	-0,75038	0,179114	-4,18937
2	1,890482	0,758645	2,491918	-0,13527	0,103449	-1,30761
3	-1,38087	0,754977	-1,82903	-0,3831	0,083993	-4,56109
4	-0,14751	0,688497	-0,21425	-0,61735	0,073642	-8,38305
5	5,282782	0,768972	6,869925	-0,79708	0,093001	-8,57066
6	7,051022	0,83733	8,42084	1,074335	0,085932	12,50214
7	6,909337	0,797285	8,666083	0,876058	0,093352	9,384409
8	6,288005	0,787462	7,985149	0,78897	0,081042	9,735381
9	5,966786	0,780932	7,640597	0,784954	0,069928	11,22525
10	13,24236	0,580486	22,81254	0,201861	0,051827	3,894909
11	-2,31434	0,752521	-3,07545	-0,70987	0,087524	-8,1106
12	7,066733	0,852194	8,292398	0,442268	0,112868	3,918437
13	9,576556	0,876026	10,93181	-0,58334	0,161344	-3,61553
14	3,749236	0,701424	5,345176	-0,23075	0,18858	-1,2236
15	2,731986	0,721718	3,785392	0,141126	0,197048	0,716203
16	2,59683	0,639621	4,059949	-0,01668	0,159424	-0,10462
17	10,29493	1,12244	9,171925	0,913064	0,145071	6,293924
18	7,331527	0,770144	9,519688	1,348989	0,072249	18,67128
19	-4,68839	1,253198	-3,74114	-0,97752	0,131861	-7,41329
20	9,074541	1,464753	6,195269	-0,00654	0,149666	-0,04372
21	6,724888	0,98548	6,82397	0,553959	0,084477	6,557541
22	11,94758	0,774701	15,42218	0,205595	0,051451	3,995913
23	6,521489	0,75257	8,665629	0,774628	0,070931	10,92093
24	7,610959	0,776669	9,799491	0,044173	0,036152	1,221897
25	9,029717	0,727833	12,40631	0,062162	0,036742	1,69188
26	7,285256	1,186723	6,138968	-0,16505	0,121175	-1,36209
27	-20,4552	2,981893	-6,8598	-2,72026	0,305821	-8,89495
28	4,65947	1,359948	3,426211	-0,00771	0,146806	-0,05251
29	2,014347	0,722789	2,786908	1,205915	0,138187	8,726666
30	0,966328	0,760383	1,270843	0,883843	0,219231	4,031555
31	0,79473	0,759748	1,046044	1,035542	0,23173	4,468737

Lampiran 12. Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 1)

No.	Est. β_2	SE β_2	Z _{hitung}	Est. β_3	SE β_3	Z _{hitung}
1	0,032689	0,013328	2,452608	0,009993	0,003579	2,792026
2	0,101633	0,015417	6,592199	0,078124	0,004882	16,00141
3	-0,05029	0,00588	-8,55281	0,085529	0,005543	15,4303
4	-0,09031	0,005005	-18,0421	0,070274	0,004347	16,16754
5	-0,10929	0,006056	-18,0469	0,058614	0,005417	10,81945
6	-0,08307	0,005503	-15,0962	0,051207	0,004892	10,4665
7	-0,06855	0,005798	-11,8233	0,041904	0,005599	7,48445
8	-0,06233	0,005886	-10,5896	0,033444	0,004929	6,785666
9	-0,07201	0,005272	-13,6573	0,023828	0,00378	6,304087
10	-0,11843	0,004793	-24,7079	0,009016	0,003087	2,920844
11	-0,09311	0,006908	-13,4777	0,068939	0,004849	14,2185
12	0,027327	0,013711	1,99312	0,023809	0,003427	6,948354
13	0,015899	0,01745	0,911116	0,014093	0,00384	3,66957
14	-0,03662	0,006301	-5,81203	0,011734	0,00336	3,492088
15	-0,04304	0,006313	-6,81787	0,013997	0,003424	4,088366
16	-0,02952	0,006699	-4,40688	0,022681	0,003294	6,884859
17	0,057647	0,01393	4,138406	0,01609	0,00348	4,624253
18	-0,17939	0,011994	-14,9572	-0,06383	0,00272	-23,4648
19	0,014056	0,013969	1,006227	0,067163	0,005223	12,858
20	-0,07916	0,008019	-9,87224	0,010805	0,003271	3,302986
21	-0,10253	0,004638	-22,1064	-0,01073	0,005718	-1,87742
22	-0,11355	0,006112	-18,5795	-6,1E-05	0,005459	-0,01111
23	-0,09223	0,004755	-19,3958	0,015393	0,003754	4,10081
24	-0,09188	0,004905	-18,7331	-0,04432	0,005078	-8,72786
25	-0,09522	0,004965	-19,1785	-0,03103	0,004297	-7,21993
26	-0,04615	0,007389	-6,24573	0,019216	0,004787	4,014222
27	0,604256	0,04425	13,65565	0,335789	0,021947	15,30028
28	0,065085	0,018054	3,604984	0,060745	0,00912	6,660609
29	-0,01986	0,009697	-2,0481	0,028997	0,003745	7,741927
30	-0,05866	0,00679	-8,63884	0,017821	0,003511	5,076214
31	-0,06501	0,007443	-8,73414	0,016538	0,003478	4,755566

Lampiran 13. Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 2)

No.	Est. β_4	SE β_4	Z _{hitung}	Est. β_5	SE β_5	Z _{hitung}
1	0,000221	0,000011	19,66715	-0,00651	0,004911	-1,32475
2	0,000179	0,000013	14,112	-0,02867	0,00244	-11,7487
3	0,000113	0,00001	10,94379	-0,02322	0,002653	-8,75369
4	0,000067	0,00001	6,62771	-0,01879	0,002326	-8,07754
5	0,000009	0,000013	0,680672	-0,01739	0,00239	-7,27546
6	0,000192	0,000009	20,91366	-0,06316	0,00385	-16,4047
7	0,000189	0,000009	22,22282	-0,06547	0,004012	-16,3184
8	0,000186	0,000008	22,9165	-0,06642	0,003532	-18,8048
9	0,000176	0,000008	23,12887	-0,06411	0,002838	-22,5868
10	0,000102	0,000006	16,46767	-0,05824	0,003476	-16,757
11	0,000096	0,00001	9,871835	-0,02469	0,00265	-9,31723
12	0,000264	0,000017	15,46007	-0,05951	0,003993	-14,9041
13	0,000286	0,000018	16,19498	-0,03071	0,004937	-6,22051
14	0,000171	0,000013	13,67664	0,020085	0,004975	4,03739
15	0,000162	0,000013	12,91554	0,01737	0,004943	3,513859
16	0,000153	0,000009	16,43584	0,016938	0,004386	3,861607
17	0,000242	0,000016	14,75944	-0,09421	0,007331	-12,8511
18	0,00023	0,000007	31,46665	-0,04839	0,002449	-19,7546
19	0,000049	0,000007	7,006681	-0,0234	0,002846	-8,2242
20	0,000067	0,000011	5,977075	-0,04225	0,006087	-6,94154
21	0,000111	0,000011	10,53601	-0,05109	0,002759	-18,5181
22	0,000083	0,000008	10,67457	-0,0466	0,003887	-11,9871
23	0,000157	0,000007	21,76914	-0,05754	0,002796	-20,577
24	0,000011	0,000009	1,345243	-0,02503	0,003885	-6,44239
25	0,00003	0,000008	3,516861	-0,03191	0,004337	-7,35724
26	0,000067	0,00001	6,930344	-0,04895	0,005334	-9,1772
27	0,000086	0,000012	6,99587	-0,12876	0,008086	-15,9231
28	0,000077	0,00001	7,996968	-0,06035	0,006051	-9,97388
29	0,000106	0,00001	10,61166	-0,01623	0,004445	-3,6508
30	0,000146	0,000013	11,54234	0,008683	0,004943	1,756628
31	0,000142	0,000013	11,29717	0,006046	0,005131	1,178206

Lampiran 14. Estimasi Parameter Model GWPR (Lanjutan 3)

No.	Est. β_6	SE β_6	Z _{hitung}	Est. β_7	SE β_7	Z _{hitung}
1	-0,05347	0,012444	-4,29708	-0,29156	0,028677	-10,167
2	-0,10687	0,012764	-8,37282	-0,47952	0,039131	-12,2544
3	0,048447	0,009709	4,990036	-0,02193	0,017865	-1,22745
4	0,082041	0,005648	14,52621	0,118775	0,016097	7,378833
5	0,052838	0,007012	7,535334	0,168843	0,020142	8,38268
6	0,023216	0,008277	2,804994	-0,0537	0,010536	-5,09659
7	0,029582	0,008362	3,537638	-0,09859	0,009642	-10,2243
8	0,042821	0,008407	5,093653	-0,11319	0,008314	-13,6148
9	0,063379	0,008699	7,285723	-0,09847	0,00663	-14,8521
10	0,04181	0,005361	7,799048	-0,01356	0,004364	-3,10655
11	0,112929	0,009408	12,00298	0,120937	0,013947	8,671042
12	-0,01602	0,011226	-1,42704	-0,55407	0,041703	-13,286
13	-0,04701	0,015854	-2,96525	-0,46912	0,043565	-10,7682
14	0,011303	0,011268	1,003153	-0,05663	0,024608	-2,30122
15	0,026095	0,0114	2,289098	-0,04102	0,025733	-1,59406
16	0,021359	0,009814	2,176323	-0,17036	0,029084	-5,85758
17	-0,06385	0,013942	-4,57968	-0,49397	0,040022	-12,3426
18	0,22786	0,008681	26,24885	-0,03652	0,009996	-3,65348
19	0,024447	0,009127	2,678484	0,168044	0,014655	11,46693
20	0,040439	0,007766	5,207207	0,019863	0,013433	1,478663
21	0,115144	0,014072	8,182413	-0,03669	0,006296	-5,82794
22	0,060461	0,01134	5,33161	-0,02734	0,005191	-5,26686
23	0,080029	0,009183	8,714463	-0,07037	0,005001	-14,0708
24	0,129105	0,010271	12,56993	0,0032	0,004416	0,724609
25	0,105196	0,008473	12,4151	-0,00445	0,003869	-1,15
26	0,022899	0,009346	2,450111	0,033637	0,011583	2,904088
27	-0,73101	0,046534	-15,7092	0,619604	0,048329	12,82047
28	-0,12101	0,024042	-5,0331	0,088534	0,018779	4,714455
29	0,021932	0,011834	1,853354	-0,1084	0,026457	-4,09725
30	0,05539	0,01199	4,619491	0,021324	0,027615	0,772179
31	0,061552	0,012686	4,851931	0,067491	0,030465	2,21534

Lampiran 15. Hasil Analisis Model GPR antara Y dengan $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ dan X_7 menggunakan SAS

Fit Statistics									
-2 Log Likelihood						344.1			
AIC (smaller is better)						362.1			
AICC (smaller is better)						370.6			
BIC (smaller is better)						375.0			
Parameter Estimates									
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t	Alpha	Lower	Upper	Gradient
b0	3.8014	6.6045	31	0.58	0.5691	0.1	-7.3966	14.9994	-4.6E-6
b1	0.7159	1.2444	31	0.58	0.5692	0.1	-1.3940	2.8259	-7.52E-6
b2	-0.06852	0.03479	31	-1.97	0.0579	0.1	-0.1275	-0.00952	-0.00056
b3	0.01776	0.01676	31	1.06	0.2975	0.1	-0.01066	0.04618	-0.00047
b4	0.000074	0.000041	31	1.82	0.0780	0.1	5.202E-6	0.000144	-0.03447
b5	-0.01919	0.01413	31	-1.36	0.1844	0.1	-0.04315	0.004777	-0.00045
b6	0.05658	0.06699	31	0.84	0.4048	0.1	-0.05701	0.1702	-0.00049
b7	0.05648	0.1094	31	0.52	0.6092	0.1	-0.1290	0.2419	-0.00007
teta	0.09421	0.01533	31	6.15	<.0001	0.1	0.06822	0.1202	-0.00004

Lampiran 16. Syntax Program R

```
#Cara Memanggil Data#
data<-read.csv("D://Data.csv",sep=",",header=TRUE)

#Breusch-Pagan Test#
library(lmtest)
modelpoisson=glm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,family=poisson,
data=data)
bptest(modelpoisson)

#Morans' I#
w <-read.csv("D://pembobot.csv",sep=",",header=TRUE)
library(ape)
tugas.dists=as.matrix(w)
Moran.I(data$Y, tugas.dists)

#Bandwith Adaptive Bisquare#
bdwtBisquare=gwr.sel(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,data=data,coords=c
bind(data$U,data$V),adapt=TRUE,gweight=gwr.bisquare)
GRTGB=gwr(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7,data=data,coords=cbind(data$U
,data$V),adapt=bdwtBisquare,gweight=gwr.bisquare)
GRTGB$bandwidth

#Jarak#
u=data[,3]
u<-as.matrix(data$U)
i<-nrow(data$U)
v=data[,4]
v<-as.matrix(data$V)
j<-nrow(data$V)
library(fields)
jarak<-matrix(nrow=31,ncol=31)
for(i in 1:31)
for(j in 1:31){jarak[i,j]=
sqrt((u[i,]-u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)}
write.table(jarak,file="E:/jarak.csv",sep=",")

#Pembobot#
bdwtBisquare<-GRTGB$bandwidth
bdwtBisquare<-as.matrix(bdwtBisquare)
bdwtBisquare
i<-nrow(bdwtBisquare)
pembobotB<-matrix(nrow=31,ncol=31)
```



```
for(i in 1:31)
for(j in 1:31)
{pembobotB[i,j]=
(1-(jarak[i,j]/bdwtBisquare[i,1])**2)**2
pembobotB[i,j]<-ifelse(jarak[i,j]
<bdwtBisquare[i,1],pembobotB[i,j],0)}
write.table(pembobotB,file="E:/pembobot.csv",sep=",")
```

Lampiran 17. Syntax Analisis Model GPR dengan SAS

```

data GPR;
input y x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7;
datalines;
  204   69.87   1.65   85.41   74.2   11102.49   13.83   68.5
  106   58.45   0.88   95.2   81.07   9484.19   11.07   82.6
   40   57.5    0.55   71.81   76.36   2816.77    6.66   71.09
  212   57.01   1.12   45.64   84.91   2322.49   26.37   55.43
   7    84.48   0.51   98.66   85.90   2189.61    9.67   87.86
.
.
.
.
;
run;
/*Generalized Poisson Regression Model*/
title 'Model Generalized Poisson Regression';
proc nlmixed data=GPR tech=newwrap alpha=0.1;
parms b0=0 b1=0 b2=0 b3=0 b4=0 b5=0 b6=0 b7=0 teta=0;
xb=b0+(b1*x1)+(b2*x2)+(b3*x3)+(b4*x4)+(b5*x5)+(b6*x6)+
(b7*x7);
lambda=exp(xb);
ll=y*log(lambda/(1+teta*lambda))+(y-1)*log(1+teta*y)-
lambda*(1+teta*y)/(1+teta*lambda)-lgamma(y+1);
model y~general(ll);
run;

```

Lampiran 18. *Output Flexscan* Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 99

 FleXScan ver3.1.2 -- purely spatial

MOST LIKELY CLUSTER

1. Census areas included : Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, PabeanCantikan, Kenjeran, Tambaksari, Sawahan
 Maximum distance.....: 10.0431 km (areas: Sukomanunggal to Kenjeran)
 Number of cases: 2318
 (Expected number of cases: 1334.68)
 Overall relative risk : 1.73674
 Statistic value: 508.707
 Monte Carlo rank: 1/100
 P-value: 0.01

SECONDARY CLUSTERS

2. Census areas included : Benowo
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Benowo to Benowo)
 Number of cases: 210
 (Expected number of cases: 90.3256)
 Overall relative risk : 2.32492
 Statistic value: 59.3682
 Monte Carlo rank: 1/100
 P-value: 0.01
3. Census areas included : Tenggilis
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Tenggilis to Tenggilis)
 Number of cases: 188
 (Expected number of cases: 104.411)
 Overall relative risk : 1.80058
 Statistic value: 27.8872
 Monte Carlo rank: 1/100
 P-value: 0.01
4. Census areas included : Gayungan
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Gayungan to Gayungan)
 Number of cases: 93
 (Expected number of cases: 53.6546)
 Overall relative risk : 1.73331
 Statistic value: 12.0063
 Monte Carlo rank: 2/100
 P-value: 0.02
5. Census areas included : Jambangan
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Jambangan to Jambangan)
 Number of cases: 72
 (Expected number of cases: 69.7722)
 Overall relative risk : 1.03193
 Statistic value: 0.0358318
 Monte Carlo rank: 100/100
 P-value: 1

Lampiran 19. Output Flexscan Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 999

FleXScan ver3.1.2 -- purely spatial

MOST LIKELY CLUSTER

1. Census areas included : Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, PabeanCantikan, Kenjeran, Tambaksari, Sawahan
 Maximum distance.....: 10.0431 km (areas: Sukomanunggal to Kenjeran)
 Number of cases: 2318
 (Expected number of cases: 1334.68)
 Overall relative risk : 1.73674
 Statistic value: 508.707
 Monte Carlo rank: 1/1000
 P-value: 0.001

SECONDARY CLUSTERS

2. Census areas included : Benowo
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Benowo to Benowo)
 Number of cases: 210
 (Expected number of cases: 90.3256)
 Overall relative risk : 2.32492
 Statistic value: 59.3682
 Monte Carlo rank: 1/1000
 P-value: 0.001
3. Census areas included : Tenggilis
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Tenggilis to Tenggilis)
 Number of cases: 188
 (Expected number of cases: 104.411)
 Overall relative risk : 1.80058
 Statistic value: 27.8872
 Monte Carlo rank: 1/1000
 P-value: 0.001
4. Census areas included : Gayungan
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Gayungan to Gayungan)
 Number of cases: 93
 (Expected number of cases: 53.6546)
 Overall relative risk : 1.73331
 Statistic value: 12.0063
 Monte Carlo rank: 2/1000
 P-value: 0.002
5. Census areas included : Jambangan
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Jambangan to Jambangan)
 Number of cases: 72
 (Expected number of cases: 69.7722)
 Overall relative risk : 1.03193
 Statistic value: 0.0358318
 Monte Carlo rank: 1000/1000
 P-value: 1

Lampiran 20. Output Flexscan Hasil Deteksi Kantong Kasus Pneumonia Balita dengan Jumlah Replikasi 9999

FlexScan ver3.1.2 -- purely spatial

MOST LIKELY CLUSTER

1. Census areas included : Sukomanunggal, Genteng, Bubutan, Simokerto, PabeanCantikan, Kenjeran, Tambaksari, Sawahan
 Maximum distance.....: 10.0431 km (areas: Sukomanunggal to Kenjeran)
 Number of cases: 2318
 (Expected number of cases: 1334.68)
 Overall relative risk : 1.73674
 Statistic value: 508.707
 Monte Carlo rank: 1/10000
 P-value: 0.0001

SECONDARY CLUSTERS

2. Census areas included : Benowo
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Benowo to Benowo)
 Number of cases: 210
 (Expected number of cases: 90.3256)
 Overall relative risk : 2.32492
 Statistic value: 59.3682
 Monte Carlo rank: 1/10000
 P-value: 0.0001
3. Census areas included : Tenggilis
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Tenggilis to Tenggilis)
 Number of cases: 188
 (Expected number of cases: 104.411)
 Overall relative risk : 1.80058
 Statistic value: 27.8872
 Monte Carlo rank: 1/10000
 P-value: 0.0001
4. Census areas included : Gayungan
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Gayungan to Gayungan)
 Number of cases: 93
 (Expected number of cases: 53.6546)
 Overall relative risk : 1.73331
 Statistic value: 12.0063
 Monte Carlo rank: 19/10000
 P-value: 0.0019
5. Census areas included : Jambangan
 Maximum distance.....: 0 km (areas: Jambangan to Jambangan)
 Number of cases: 72
 (Expected number of cases: 69.7722)
 Overall relative risk : 1.03193
 Statistic value: 0.0358318
 Monte Carlo rank: 10000/10000
 P-value: 1

BIODATA PENULIS



Fitria Nur Maghfiroh lahir di Gresik pada tanggal 6 April 1992, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yang di TK. Sunan Prapen (1996-1998), MIM Al-Hasani (1998-2004), MTs. Masyhadiyah (2004-2007), MA Masyhadiyah (2007-2010) dan Diploma III Statistika FMIPA-ITS (2010-2013). Pada tahun 2013 penulis melanjutkan studi jenjang Sarjana di Jurusan Statistika FMIPA-ITS. Semasa kuliah penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Statistika-

ITS (HIMASTA-ITS) sebagai staf departemen kewirausahaan periode 2011-2012 dan sebagai ahli keuangan departemen kewirausahaan periode 2012-2013 serta aktif dalam Koperasi Mahasiswa ITS selama 2010-2013. Pengalaman bekerja penulis antara lain sebagai surveyor di lembaga konsultan Enciety, MPM Honda, survei AMDAL dan PT. Behaestex. Selain itu penulis juga pernah bekerja sebagai editor dalam proyek Resertifikasi Program Keluarga Harapan Kemensos RI serta analisis data di lembaga konsultan Redy. Segala saran dan kritik yang membangun serta bagi ingin berdiskusi lebih lanjut dengan Penulis mengenai Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui email fitrianurmaghfiroh@gmail.com.